SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL:

Temas atuais

Organizadores:

Elaine da Silva Pereira
Jefferson Carneiro Barros
Brenda Silva Gonzaga
Douglas da Silva Cunha
Luciano Nóbrega Azevedo
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
Helenaldo Firmino de Azevedo
José Ozildo dos Santos

Gease

~ 2026 ~

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Temas atuais

Organizadores:
Elaine da Silva Pereira
Jefferson Carneiro Barros
Brenda Silva Gonzaga
Douglas da Silva Cunha
Luciano Nóbrega Azevedo
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
Helenaldo Firmino de Azevedo
José Ozildo dos Santos

Gease ~ 2026

CONSELHO EDITORIAL

Patrício Borges Maracajá - UFCG
Tatiana Cristina Vasconcelos - UEPB
Ennio Artur Aires Porto Ferreira - UNIFIP
Aline Carla de Medeiros - UFCG
José Ozildo dos Santos - UFCG
Aline Carla de Medeiros - UFCG
José Givaldo de Sousa - UNIP/UNIFIP
Danielly Carneiro de Azevedo - UFCG
Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira - UFCG
Jakson Luís Galdino Dourado - UNIFIP
Alecksandra Vieira de Lacerda - UFCG
Silvia Regina Gobbo Rodrigues - UnB
Juliana Roriz Aarestrup - IFMT
Marisa Artmann – IFMT
Ênnyo José Barros de Araújo - FRCG
Samara Campos de Assis - UNIFIP
Rosângela Vieira Freire – IFCE
Eriana Serpa Barreto - UFMT

Ficha Catalográfica
Dados de Acordo com AACR2, CDU e CUTTER

S964

Pereira, Elaine da Silva [Org]. **Sustentabilidade ambiental:** Temas atuais. Elaine da Silva Pereira, Jefferson Carneiro Barros, Brenda Silva Gonzaga, Douglas da Silva Cunha, Luciano Nóbrega Azevedo, Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes, Helenaldo Firmino de Azevedo, José Ozildo dos Santos. Campina Grande - PB: GEASE, 2026**.**

150 p.
Livro digital
ISBN: 978-65-02-20788-8

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambientais. 3. Discussões.
4. Inovações 5. Contribuições. I. Título. II. Autores.

CDU 2. ed.: 504.011(0.034.1)

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Temas atuais

Sumário

Apresentação..... **11**

Capítulo 1
Bioeconomia e desenvolvimento sustentável: Novas perspectivas para o século XXI..... **15**
José Ozildo dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Jonas Menezes dos Santos
Cláudia Carneiro de Azevedo
Diuary de Mélo Santos
Raquel do Nascimento Silva
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Jonas Lima e Silva
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Gilmara Henriques Araújo
Brenda Silva Gonzaga

Capítulo 2
A pegada de carbono e as estratégias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa..... **39**
José Ozildo dos Santos
Jonas Menezes dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Luciano Nóbrega Azevedo

Douglas da Silva Cunha
Maria Pricila Miranda dos Santos
João Soares da Silva
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Cláudia Carneiro de Azevedo
Maria Joselma Ferreira Aragão
Brenda Silva Gonzaga
Gilmara Henriques Araújo

Capítulo 3

Consumo consciente e sustentabilidade ambiental na sociedade contemporânea..... **65**

José Ozildo dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Raquel do Nascimento Silva
Leonardo Souza do Prado Júnior
Jheovanne Gamaliel Silva de Abreu
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
João Soares da Silva
Ítalo Silva Fernandes
Cláudia Carneiro de Azevedo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho

Capítulo 4

Tecnologias verdes e inovação ambiental: caminhos para a sustentabilidade..... **91**

José Ozildo dos Santos
Diuary de Mélo Santos
Jefferson Carneiro Barros
Adriana do Carmo Menezes Echeverri

Leonardo Souza do Prado Júnior
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Jonas Lima e Silva
Ítalo Silva Fernandes
Elaine da Silva Pereira
Gilmara Henriques Araújo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho

Capítulo 5
Saneamento básico e sustentabilidade ambiental: impactos na saúde pública e na qualidade de vida..... **119**
José Ozildo dos Santos
Adriana do Carmo Menezes Echeverri
Jheovanne Gamaliel Silva de Abreu
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Maria Pricila Miranda dos Santos
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
Elaine da Silva Pereira
Cláudia Carneiro de Azevedo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Jonas Menezes dos Santos
Gilmara Henriques Araújo

Apresentação

José Ozildo dos Santos
Doutorando em Engenharia e Gestão de
Recursos Naturais (UFCG)

As transformações ambientais observadas nas últimas décadas têm colocado a sustentabilidade no centro dos debates científicos, políticos, econômicos e sociais em escala global. O agravamento das mudanças climáticas, a intensificação da degradação dos ecossistemas, a perda acelerada da biodiversidade, o aumento da pressão sobre os recursos naturais e a necessidade de construção de novos modelos de desenvolvimento evidenciam que as questões ambientais deixaram de constituir preocupações restritas aos especialistas para assumirem posição estratégica na definição dos rumos da sociedade contemporânea. Nesse contexto, a produção e a difusão do conhecimento científico tornam-se instrumentos indispensáveis para a compreensão desses fenômenos e para a formulação de alternativas capazes de conciliar crescimento econômico, justiça social e conservação ambiental.

A presente obra, **Sustentabilidade Ambiental: Temas Atuais**, insere-se nesse cenário como uma contribuição científica voltada ao aprofundamento das discussões relacionadas aos principais desafios ambientais do século XXI. Reunindo pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, o livro apresenta uma abordagem interdisciplinar que contempla temas relevantes e contemporâneos, analisados à luz das mais recentes produções acadêmicas e dos princípios que orientam o desenvolvimento sustentável.

Os capítulos que compõem esta publicação exploram diferentes dimensões da sustentabilidade ambiental,

abordando conceitos, fundamentos teóricos, perspectivas científicas e aplicações práticas relacionadas à gestão dos recursos naturais, à bioeconomia, à economia de baixo carbono, à pegada de carbono, às mudanças climáticas, às estratégias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, à conservação da biodiversidade, à inovação tecnológica e às políticas públicas voltadas à promoção do desenvolvimento sustentável. Em conjunto, esses estudos demonstram que os desafios ambientais exigem respostas igualmente abrangentes, fundamentadas na integração entre ciência, tecnologia, planejamento, educação e participação social.

Ao longo da obra, evidencia-se que a sustentabilidade não deve ser compreendida apenas como um conjunto de práticas destinadas à preservação ambiental, mas como um paradigma de desenvolvimento capaz de integrar as dimensões econômica, social, ambiental, cultural e institucional. Sob essa perspectiva, torna-se indispensável reconhecer que a utilização racional dos recursos naturais, a valorização da biodiversidade, a promoção da inovação científica e tecnológica e a implementação de políticas públicas eficientes constituem elementos essenciais para a construção de sociedades mais resilientes, inclusivas e ambientalmente equilibradas.

Outro aspecto que merece destaque é a permanente preocupação dos autores em apresentar discussões fundamentadas em literatura científica atualizada, oferecendo ao leitor uma visão abrangente dos temas tratados, sem perder de vista sua aplicabilidade prática. Essa característica confere à obra importante valor acadêmico, permitindo que ela seja utilizada como referência por estudantes de graduação e pós-graduação, pesquisadores, professores, gestores públicos, profissionais das áreas ambientais e demais interessados nas questões relacionadas à sustentabilidade.

Além de promover reflexões sobre os problemas ambientais contemporâneos, este livro procura evidenciar as

oportunidades que emergem da adoção de novos modelos produtivos orientados pelos princípios da sustentabilidade. Nesse sentido, demonstra que estratégias como a bioeconomia, a economia circular, a inovação biotecnológica, a transição energética, a descarbonização dos sistemas produtivos e o fortalecimento das políticas ambientais representam caminhos promissores para compatibilizar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida das populações.

Espera-se, portanto, que esta obra contribua para ampliar o debate científico sobre a sustentabilidade ambiental, estimulando novas pesquisas, fortalecendo a formação acadêmica e incentivando a construção de soluções inovadoras para os desafios impostos pelas mudanças ambientais globais. Mais do que apresentar conhecimentos consolidados, os capítulos aqui reunidos convidam o leitor à reflexão crítica acerca da responsabilidade compartilhada entre governos, instituições, setor produtivo, comunidade científica e sociedade civil na construção de um futuro ambientalmente sustentável.

Por fim, registra-se o reconhecimento ao empenho e à dedicação de todos os autores, cujas contribuições possibilitaram a organização desta coletânea, bem como o agradecimento aos leitores, que, ao compartilharem desse conhecimento, tornam-se igualmente protagonistas na disseminação de práticas e valores comprometidos com a sustentabilidade. Que esta obra constitua uma fonte permanente de consulta, inspiração e incentivo à produção de novos conhecimentos, fortalecendo o compromisso coletivo com a preservação do meio ambiente e com a construção de um modelo de desenvolvimento capaz de atender às necessidades das presentes gerações sem comprometer as possibilidades das gerações futuras.

Bioeconomia e desenvolvimento sustentável: Novas perspectivas para o século XXI

José Ozildo dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Jonas Menezes dos Santos
Cláudia Carneiro de Azevedo
Diuary de Mélo Santos
Raquel do Nascimento Silva
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Jonas Lima e Silva
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Gilmara Henriques Araújo
Brenda Silva Gonzaga

Bioeconomia: Conceito e importância

A Bioeconomia consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos mais relevantes campos científicos e econômicos voltados à construção de modelos de desenvolvimento compatíveis com a conservação dos recursos naturais e com a promoção da sustentabilidade. Sua emergência decorre da necessidade de reorganizar as formas tradicionais de produção

e de consumo, substituindo práticas baseadas na exploração intensiva de recursos não renováveis por sistemas produtivos fundamentados na utilização racional dos recursos biológicos renováveis, na inovação tecnológica e na valorização dos serviços ecossistêmicos (HORLINGS; MARSDEN, 2011).

Trata-se de uma proposta que busca compatibilizar crescimento econômico, desenvolvimento social e conservação ambiental, reconhecendo que a continuidade das atividades produtivas depende diretamente da capacidade de regeneração dos ecossistemas (PAMPLONA; SALARINI; KADRI, 2021).

Em sua concepção mais abrangente, a Bioeconomia pode ser definida como o conjunto de atividades econômicas, que utilizam processos biológicos e recursos renováveis para produzir bens, serviços e energia, promovendo simultaneamente desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental (CNI, 2013).

Seu campo de atuação abrange desde sistemas produtivos baseados em conhecimentos tradicionais até aqueles intensivamente apoiados nos avanços das Ciências Biológicas, incorporando áreas como Biotecnologia, Genômica, Biologia Sintética, Bioinformática e Engenharia Genética. Esses conhecimentos possibilitam transformar recursos naturais em produtos dotados de elevado valor econômico e social, ampliando a capacidade de inovação dos diferentes setores produtivos (HORLINGS; MARSDEN, 2011).

Sob essa perspectiva, a Bioeconomia compreende o aproveitamento de organismos vivos provenientes da agricultura, da silvicultura, da pesca e de outras atividades

biológicas para a produção de alimentos, medicamentos, fibras, produtos industriais e diferentes formas de energia, mediante tecnologias de processamento que agregam valor aos recursos biológicos disponíveis. O aproveitamento desses recursos ocorre de forma orientada por princípios de eficiência econômica e da responsabilidade ambiental, buscando assegurar que a exploração dos recursos naturais permaneça compatível com sua capacidade de regeneração (MOREIRA, 2016).

A consolidação da Bioeconomia como campo científico também decorre de sua crescente aceitação pela comunidade acadêmica nacional e internacional. A literatura especializada identifica a Bioeconomia como uma proposta científica emergente, cujo interesse vem aumentando em razão tanto da consistência de sua fundamentação conceitual quanto das possibilidades práticas de aplicação em cadeias produtivas sustentáveis. Essa expansão evidencia o reconhecimento de que a inovação tecnológica, quando associada ao uso responsável dos recursos biológicos, pode contribuir significativamente para a construção de novos modelos de desenvolvimento econômico (DIAS; CARVALHO FILHO, 2017).

Embora amplamente difundida, a Bioeconomia ainda não possui uma definição única e universalmente aceita. A literatura demonstra que seu conceito permanece em constante evolução, coexistindo diferentes interpretações formuladas por pesquisadores, organismos internacionais e instituições governamentais. Essa diversidade conceitual decorre da própria amplitude do tema, que envolve dimensões

econômicas, ambientais, científicas, tecnológicas e sociais. Em razão disso, diversos autores reconhecem que a Bioeconomia constitui um conceito dinâmico, continuamente reformulado para acompanhar as transformações científicas e as novas demandas da sociedade (GONÇALVES et al., 2020).

No contexto brasileiro, essa pluralidade interpretativa torna-se ainda mais evidente. O conceito de Bioeconomia tem sido caracterizado como polissêmico, refletindo diferentes perspectivas sobre seus objetivos, seus instrumentos e suas formas de implementação (COSTA et al., 2022)

As discussões mais recentes demonstram que sua compreensão deve considerar as distintas realidades socioeconômicas, culturais e ambientais existentes no país, especialmente em regiões dotadas de elevada biodiversidade. Dessa forma, o conceito deixou de estar restrito às abordagens exclusivamente biotecnológicas para incorporar aspectos relacionados à valorização dos conhecimentos tradicionais, às especificidades territoriais e às potencialidades regionais (SANTOS et al., 2025a).

A estrutura conceitual da Bioeconomia pode ser compreendida mediante três grandes abordagens identificadas pela literatura científica. A primeira corresponde à perspectiva da biotecnologia, centrada na produção de conhecimentos científicos e no desenvolvimento de tecnologias capazes de gerar novos produtos, processos e aplicações em diferentes setores econômicos. Nessa visão, a inovação científica constitui o principal elemento impulsionador da Bioeconomia, permitindo ampliar a produtividade e diversificar as aplicações dos recursos biológicos (GONÇALVES et al., 2020).

A segunda abordagem corresponde à perspectiva dos biorrecursos. Nessa concepção, o foco recai sobre a utilização sustentável das matérias-primas provenientes da agricultura, das florestas, dos recursos marinhos e da bioenergia, incentivando a criação de novas cadeias produtivas e o aproveitamento integral da biomassa disponível. A valorização econômica dos recursos biológicos renováveis constitui elemento central dessa perspectiva, que busca ampliar a geração de riqueza mediante a utilização racional dos recursos naturais (GONÇALVES et al., 2020).

A terceira abordagem é denominada bioecológica. Diferentemente das anteriores, essa perspectiva enfatiza os próprios processos ecológicos, priorizando a otimização do uso da energia e dos nutrientes, a conservação da biodiversidade, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a prevenção da degradação ambiental. Nesse modelo, a sustentabilidade não constitui apenas um resultado esperado da atividade econômica, mas representa seu fundamento estrutural, orientando a organização dos sistemas produtivos segundo os limites impostos pelos ecossistemas naturais (GONÇALVES et al., 2020).

Além dessas três perspectivas, diversos autores situam a Bioeconomia como componente de uma economia verde, circular e de baixo carbono. Sob essa ótica, a natureza deixa de ser compreendida apenas como fornecedora de matérias-primas e passa a ser reconhecida também como responsável pela oferta dos serviços ecossistêmicos indispensáveis à manutenção da vida. Essa interpretação amplia significativamente o alcance do conceito, integrando-o

às políticas de mitigação das mudanças climáticas, à redução das emissões de gases de efeito estufa e à transição para matrizes energéticas baseadas em fontes renováveis (PAMPLONA; SALARINI; KADRI, 2021).

Fundamentos teóricos da Bioeconomia

Os fundamentos teóricos da Bioeconomia remontam aos estudos desenvolvidos pelo economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen, considerado um dos primeiros estudiosos a empregar esse termo para designar um novo campo do conhecimento fundamentado na integração entre economia, física e biologia. Na década de 1970, Georgescu-Roegen rompeu com a concepção tradicional que tratava a economia como um sistema isolado, defendendo que o sistema econômico constitui um subsistema do Sistema Terra e, por essa razão, está submetido às limitações impostas pelas leis naturais, especialmente pela segunda lei da Termodinâmica, conhecida como lei da entropia (BONAIUTI, 2016).

A partir dessa perspectiva, Georgescu-Roegen sustentou que a economia não poderia permanecer desvinculada da realidade biofísica que lhe fornece energia, matéria-prima e demais recursos necessários ao funcionamento dos processos produtivos. Sua análise demonstrava que a contínua exploração dos recursos naturais, sobretudo dos recursos não renováveis, conduziria inevitavelmente ao aumento da entropia e, consequentemente, à redução da disponibilidade de matéria e energia úteis para as futuras gerações. Dessa forma, o crescimento econômico não

poderia ser concebido como um processo ilimitado, uma vez que depende diretamente da capacidade de suporte dos ecossistemas (GONÇALVES et al., 2020; BONAIUTI, 2016).

Essas reflexões deram origem a uma nova racionalidade ambiental, segundo a qual os processos econômicos deveriam reconhecer explicitamente os limites ecológicos impostos pela natureza. Posteriormente, tais fundamentos influenciaram importantes debates internacionais acerca do desenvolvimento sustentável, contribuindo para a construção do paradigma consolidado pelo Relatório Brundtland. Assim, a Bioeconomia passou a ser compreendida como uma alternativa capaz de reorganizar os sistemas produtivos mediante o reconhecimento de que a conservação dos recursos naturais constitui condição indispensável para a continuidade do próprio desenvolvimento econômico (GONÇALVES et al., 2020).

No mesmo sentido, Georgescu-Roegen ao desenvolver sua teoria no artigo ***Energy and Economic Myths***, buscou restabelecer a relação entre o processo econômico e o mundo biofísico. Em sua análise, criticou tanto os economistas que desconsideravam as leis da física quanto os ambientalistas, que depositavam excessiva confiança na capacidade da tecnologia para solucionar todos os problemas ambientais. Para Georgescu-Roegen, embora o avanço tecnológico possibilite o aproveitamento de novas fontes de energia e a criação de novos processos produtivos, ele não elimina as limitações impostas pela natureza nem substitui integralmente os recursos que se tornam escassos ao longo do tempo (DIAS; CARVALHO, 2017).

A partir dessas formulações teóricas, o conceito de Bioeconomia passou por significativa evolução. Embora suas bases tenham sido estabelecidas ainda na década de 1970, somente no início do século XXI o tema passou a integrar de forma mais consistente as políticas internacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável. Nesse período, diversos países passaram a incorporar estratégias nacionais destinadas à promoção da inovação biotecnológica, ao fortalecimento das cadeias produtivas baseadas em biomassa renovável e ao incentivo ao desenvolvimento econômico compatível com a conservação ambiental (NASCIMENTO et al., 2024).

Essa evolução conceitual permitiu ampliar significativamente o alcance da Bioeconomia. Se inicialmente o enfoque recaía predominantemente sobre a aplicação da Biotecnologia e da Engenharia Genética, posteriormente o conceito passou a incorporar preocupações relacionadas à economia verde, à economia circular, à justiça social, à conservação da biodiversidade e ao fortalecimento das economias regionais. Como consequência, a Bioeconomia deixou de representar apenas um conjunto de tecnologias inovadoras para constituir um modelo abrangente de desenvolvimento sustentável (DIAS; CARVALHO FILHO, 2017; NASCIMENTO et al., 2024).

Sob o ponto de vista estrutural, a literatura identifica quatro componentes fundamentais que sustentam a Bioeconomia. O primeiro corresponde às aplicações econômicas dos recursos biológicos, traduzidas na produção de bens, serviços e energia. O segundo consiste na Biotecnologia, entendida como o conjunto de conhecimentos

científicos capazes de promover inovação nos processos produtivos. O terceiro componente é representado pelo conhecimento científico, responsável pelo desenvolvimento contínuo de novas tecnologias e soluções produtivas. Por fim, destaca-se a biomassa renovável, que constitui a principal matéria-prima utilizada na produção bioeconômica (BOLZANI, 2016).

Nesse contexto, a Biotecnologia assume posição central na consolidação da Bioeconomia. O conhecimento biotecnológico impulsiona o desenvolvimento de novos produtos, como biofármacos, vacinas recombinantes, alimentos geneticamente modificados e novas variedades vegetais e animais, ampliando significativamente as possibilidades de inovação em diversos segmentos econômicos. Essa capacidade de inovação transforma a Biotecnologia em um dos principais instrumentos de geração de riqueza, agregação de valor e desenvolvimento científico (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

A aplicação desses conhecimentos científicos às atividades econômicas possibilita reduzir custos de produção, elevar a qualidade e a durabilidade dos produtos e estimular a substituição de materiais sintéticos por alternativas biodegradáveis e renováveis. Consequentemente, a incorporação da Biotecnologia aos sistemas produtivos favorece tanto a competitividade econômica quanto a redução dos impactos ambientais decorrentes dos processos industriais e agropecuários (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

Além da dimensão tecnológica, a Bioeconomia caracteriza-se pela integração entre os diferentes setores da

atividade econômica. Sua estrutura favorece a articulação entre agricultura, indústria e serviços, promovendo cadeias produtivas mais eficientes e interdependentes. Essa integração amplia o aproveitamento dos recursos biológicos, incentiva a inovação em diferentes segmentos produtivos e fortalece o desenvolvimento econômico baseado na utilização sustentável da biodiversidade (SILVA; PEREIRA; BOMTEMPO, 2018).

Outro aspecto estrutural relevante da Bioeconomia consiste na utilização da biomassa renovável como principal fonte de matéria-prima para a produção de bens, serviços e energia. Essa característica diferencia a Bioeconomia dos modelos econômicos tradicionais, historicamente dependentes de combustíveis fósseis e de recursos minerais não renováveis. Ao priorizar recursos biológicos renováveis e processos produtivos sustentáveis, a Bioeconomia busca ampliar a eficiência econômica sem comprometer a capacidade regenerativa dos ecossistemas, fortalecendo simultaneamente a conservação ambiental e a competitividade econômica (HORLINGS; MARSDEN, 2011; PAMPLONA; SALARINI; KADRI, 2021).

A importância da Bioeconomia

A importância da Bioeconomia manifesta-se, inicialmente, pela sua capacidade de promover um modelo de desenvolvimento compatível com a preservação da infraestrutura natural indispensável à continuidade das atividades econômicas. Ao reconhecer que o crescimento econômico depende diretamente da manutenção dos processos

ecológicos e da disponibilidade dos recursos biológicos, esse modelo procura compatibilizar inovação tecnológica, eficiência produtiva e conservação ambiental. Dessa forma, a Bioeconomia busca assegurar que a exploração dos recursos naturais ocorra dentro dos limites de regeneração dos ecossistemas, permitindo a obtenção de benefícios econômicos sem comprometer sua disponibilidade para as futuras gerações (PAMPLONA; SALARINI; KADRI, 2021).

Essa preocupação torna-se ainda mais relevante diante das profundas transformações econômicas verificadas nas últimas décadas. O crescimento acelerado da população mundial, a expansão do sistema capitalista e o aumento da produtividade agrícola e pecuária intensificaram significativamente a demanda por recursos naturais. Como consequência, ampliaram-se também os impactos ambientais decorrentes da exploração desses recursos, tornando indispensável a adoção de estratégias capazes de reduzir os efeitos negativos sobre os ciclos ecológicos (DIAS; CARVALHO FILHO, 2017).

Nesse contexto, a Bioeconomia apresenta-se como resposta às pressões exercidas sobre os ecossistemas, propondo formas de produção que conciliem desenvolvimento econômico e conservação da biodiversidade. Sob essa perspectiva, ela constitui um modelo econômico baseado na produção de materiais de origem biológica e na utilização de fontes renováveis de energia, orientado pelos princípios da sustentabilidade e da justiça social. Assim, sua proposta ultrapassa a simples substituição de matérias-primas fósseis por recursos renováveis, abrangendo uma reorganização mais

ampla dos processos produtivos, de modo a promover o uso racional dos recursos naturais, reduzir desperdícios, estimular o reaproveitamento da biomassa e agregar valor aos resíduos gerados nas diversas cadeias produtivas (NASCIMENTO et al., 2024).

A Comissão Europeia também associa a Bioeconomia à produção de recursos biológicos renováveis e à transformação desses recursos, bem como dos fluxos de resíduos, em produtos de maior valor agregado. Essa concepção evidencia que a geração de riqueza não decorre apenas da exploração dos recursos naturais, mas principalmente da capacidade de agregar conhecimento científico, inovação tecnológica e eficiência aos processos produtivos, ampliando o valor econômico dos recursos biológicos disponíveis (NASCIMENTO et al., 2024).

A importância da Bioeconomia também se evidencia por sua estreita relação com a inovação científica. Seu desenvolvimento resulta da contínua evolução das Ciências Biológicas, especialmente por meio da criação, aperfeiçoamento e aplicação de tecnologias voltadas às áreas da farmacologia, da produção agropecuária e da Biotecnologia. Em razão dessa dinâmica, a Bioeconomia caracteriza-se como um campo científico permanentemente inovador, cuja evolução acompanha os avanços tecnológicos e amplia continuamente as possibilidades de utilização sustentável dos recursos biológicos (BOLZANI, 2016).

Ao mesmo tempo, a literatura demonstra que a Bioeconomia representa importante alternativa para o enfrentamento de diversos desafios contemporâneos. Entre

esses desafios destacam-se o crescimento populacional, a insuficiência de empregos, a crise energética, os efeitos das mudanças climáticas, a dependência de combustíveis fósseis e a crescente degradação dos ecossistemas. Diante disto, percebe-se que a Bioeconomia não se limita à inovação tecnológica, mas propõe uma reorganização das atividades econômicas orientada pela sustentabilidade, pela conservação dos recursos naturais e pela geração de oportunidades de desenvolvimento (WILLERDING et al., 2020).

No contexto brasileiro, a Bioeconomia é concebida como estratégia de desenvolvimento que pressupõe a atuação articulada do Estado, do setor produtivo, da comunidade científica e da sociedade civil. Essa integração busca conciliar sustentabilidade ambiental, conservação dos recursos naturais e fortalecimento da competitividade da indústria nacional. Particularmente na Amazônia, a Bioeconomia é apresentada como importante vetor de desenvolvimento regional, capaz de gerar emprego, renda e oportunidades econômicas para as gerações presentes e futuras, sem comprometer a conservação da biodiversidade (WILLERDING et al., 2020).

Outro aspecto que reforça sua importância refere-se à contribuição para o aperfeiçoamento dos sistemas de produção, distribuição e consumo. Sob a ótica da sustentabilidade, a Bioeconomia procura tornar esses processos simultaneamente eficientes do ponto de vista econômico e viáveis sob a perspectiva ecológica. Isso significa que a utilização dos recursos naturais deve ocorrer de forma racional, buscando reduzir desperdícios, otimizar o aproveitamento da biomassa e ampliar a utilização de

materiais recicláveis e renováveis, favorecendo o bem-estar socioambiental (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

A relevância da Bioeconomia também decorre de sua capacidade de impulsionar a inovação em diferentes segmentos econômicos. A incorporação dos conhecimentos biotecnológicos possibilita o desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos produtivos, promovendo ganhos de qualidade, redução de custos e aumento da competitividade. Paralelamente, favorece a substituição de materiais sintéticos por alternativas biodegradáveis e renováveis, contribuindo para reduzir os impactos ambientais associados às atividades industriais e agropecuárias (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

Além disso, a Bioeconomia fortalece a integração entre os diversos setores econômicos, promovendo maior articulação entre agricultura, indústria e serviços. Essa característica amplia a eficiência das cadeias produtivas, favorece o aproveitamento integral dos recursos biológicos e estimula a criação de novos mercados baseados na biodiversidade e na inovação científica. Ao reunir produção, conhecimento e tecnologia em um mesmo sistema econômico, a Bioeconomia amplia as possibilidades de desenvolvimento sustentável e fortalece a capacidade competitiva das economias nacionais (SILVA; PEREIRA; BOMTEMPO, 2018).

Desenvolvimento Sustentável e Bioeconomia: fundamentos, interrelações e perspectivas atuais

A transformação estrutural dos sistemas produtivos constitui um processo gradual e de longo prazo. Apesar disso,

os últimos anos foram marcados pela intensificação dos alertas relacionados aos riscos socioambientais decorrentes da denominada emergência climática. O aumento da frequência de eventos extremos, a ampliação das preocupações com as mudanças climáticas e o reconhecimento dos impactos provocados pelas atividades humanas passaram a exigir respostas mais rápidas por parte dos governos, das empresas e da sociedade. Nesse contexto, tornou-se indispensável acelerar a incorporação de práticas socioambientais capazes de consolidar efetivamente os princípios do desenvolvimento sustentável (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

Esse novo cenário impulsionou o fortalecimento de modelos econômicos orientados pela sustentabilidade, entre os quais se destacam a economia verde, a economia de baixo carbono e, mais recentemente, a Bioeconomia. Os conceitos de economia verde e de economia de baixo carbono expressam a necessidade de reduzir significativamente as emissões de gases poluentes responsáveis pelo agravamento das mudanças climáticas. Paralelamente, essas propostas defendem a reestruturação das matrizes energéticas mediante a ampliação da geração e do consumo de fontes renováveis de energia, reduzindo progressivamente a dependência dos combustíveis fósseis (PAMPLONA; SALARINI; KADRI, 2021).

É nesse contexto de profundas transformações econômicas, ambientais e tecnológicas que a Bioeconomia passa a assumir papel de destaque. Diferentemente da concepção econômica tradicional, que tratava a economia como um sistema fechado e independente da natureza, a Bioeconomia parte do pressuposto de que o sistema econômico

constitui parte integrante dos sistemas naturais, estando submetido aos limites impostos pelos processos ecológicos e pelas leis da física, especialmente pela segunda lei da termodinâmica, conhecida como lei da entropia (FATTORI; SOUZA, 2024).

Atualmente, a Bioeconomia é apresentada como sendo um dos principais instrumentos para viabilizar a concretização dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Sua importância decorre da capacidade de integrar crescimento econômico, inovação tecnológica, conservação ambiental e inclusão social em um mesmo modelo de desenvolvimento. Mais do que uma alternativa produtiva, representa uma nova racionalidade econômica fundamentada no uso sustentável da biodiversidade, na valorização do conhecimento científico e na utilização responsável dos recursos biológicos renováveis, promovendo a transição para sistemas econômicos menos dependentes de recursos fósseis e ambientalmente mais equilibrados (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

No contexto brasileiro, a Bioeconomia apresenta-se como oportunidade estratégica para fortalecer a inserção do país no mercado internacional por meio da valorização de sua biodiversidade e da adoção de práticas produtivas compatíveis com os princípios da sustentabilidade. Entretanto, esse processo exige a atuação articulada entre Estado, setor empresarial, comunidade acadêmica e sociedade civil, permitindo que os interesses econômicos sejam harmonizados com a preservação dos recursos naturais e com o fortalecimento da competitividade da indústria nacional. Essa

articulação constitui condição indispensável para que a Bioeconomia produza benefícios econômicos, sociais e ambientais de forma integrada (FATTORI; SOUZA, 2024).

Assim como o desenvolvimento sustentável, a Bioeconomia estrutura-se sobre fundamentos que articulam ciência, inovação e utilização racional dos recursos naturais. Sua organização baseia-se em três elementos essenciais: o conhecimento biotecnológico, a biomassa renovável e a integração de suas aplicações econômicas. Esses componentes permitem estruturar um modelo produtivo renovável e cíclico, orientado para o aproveitamento sustentável da biodiversidade e para a geração de benefícios econômicos, ambientais e sociais. Dessa maneira, a Bioeconomia não apenas promove a utilização eficiente dos recursos biológicos, mas também amplia as possibilidades de desenvolvimento regional fundamentado nas potencialidades locais (POZZETTI; FERREIRA; SILVA, 2021).

A estreita relação existente entre Bioeconomia e desenvolvimento sustentável torna-se ainda mais evidente quando se analisa sua contribuição para a implementação da Agenda 2030. Em razão de sua natureza multidimensional, a Bioeconomia possui capacidade para contribuir simultaneamente com objetivos relacionados às dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável. Sua implementação favorece a conservação da biodiversidade, estimula processos de inovação tecnológica, fortalece a economia circular, amplia as oportunidades de geração de trabalho e renda e promove formas mais sustentáveis de

utilização dos recursos naturais (FATTORI; SOUZA, 2024; SANTOS et al., 2025b).

Ademais, nos últimos anos, a Bioeconomia vem se consolidando como um importante instrumento de transição para modelos econômicos sustentáveis, contribuindo para reduzir os impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas, fortalecer a inovação científica, ampliar a utilização sustentável da biodiversidade e promover formas mais equilibradas de desenvolvimento econômico. Ao mesmo tempo, sua implementação favorece a geração de empregos, o fortalecimento das economias locais, a valorização dos conhecimentos tradicionais e a ampliação da competitividade dos países que dispõem de elevada diversidade biológica, como o Brasil (SANTOS et al., 2025b; FATTORI; SOUZA, 2024).

Em síntese, o desenvolvimento sustentável e a Bioeconomia apresentam-se como conceitos profundamente interdependentes. O primeiro estabelece os princípios que orientam a construção de um modelo de desenvolvimento compatível com a conservação dos recursos naturais, a justiça social e o crescimento econômico. A segunda constitui uma das principais estratégias contemporâneas para concretizar esses princípios por meio da integração entre conhecimento científico, inovação biotecnológica, utilização sustentável da biodiversidade e valorização dos serviços ecossistêmicos. Assim, a Bioeconomia não apenas reforça os fundamentos do desenvolvimento sustentável, mas também amplia suas possibilidades de implementação, oferecendo instrumentos

capazes de responder aos desafios ambientais, econômicos e sociais que caracterizam o século XXI.

Considerações Finais

A evolução conceitual observada ao longo das últimas décadas demonstra que a Bioeconomia deixou de representar apenas um campo de aplicação da Biotecnologia para consolidar-se como um paradigma orientador de novos modelos de desenvolvimento. As discussões mais recentes evidenciam que sua conceituação deve contemplar as diferentes realidades socioeconômicas, ambientais e territoriais, ultrapassando abordagens exclusivamente tecnológicas. Ela passou a incorporar dimensões relacionadas à valorização dos conhecimentos tradicionais, às potencialidades regionais e à diversidade dos ecossistemas, ampliando significativamente seu alcance científico e prático. Essa evolução revela que o conceito permanece em permanente construção, adaptando-se às transformações econômicas, ambientais e sociais verificadas nas últimas cinco décadas.

Atualmente, a Bioeconomia configura-se como um modelo científico, tecnológico e econômico fundamentado na utilização sustentável dos recursos biológicos, na inovação e na integração entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental. Sua estrutura apoia-se na biomassa renovável, na Biotecnologia, no conhecimento científico e nas aplicações produtivas desses recursos, enquanto sua importância decorre da capacidade de promover crescimento econômico compatível com a preservação da biodiversidade, com a

redução dos impactos ambientais e com a construção de sistemas produtivos orientados pelos princípios da sustentabilidade e da justiça social. Ademais, ao reconhecer os limites impostos pela natureza e ao incorporar os avanços científicos às atividades econômicas, a Bioeconomia apresenta-se como uma das principais estratégias contemporâneas voltadas à construção de um desenvolvimento sustentável duradouro.

A bioeconomia constitui uma estratégia de implementação do desenvolvimento sustentável, uma vez que busca conciliar a utilização dos recursos biológicos renováveis com a geração de valor econômico, a conservação ambiental e a promoção do bem-estar social. Sob essa perspectiva, o desenvolvimento sustentável fornece as diretrizes e os princípios que orientam a bioeconomia, enquanto esta oferece mecanismos capazes de transformar tais princípios em práticas produtivas baseadas na inovação, na valorização da biodiversidade e na redução da dependência de recursos fósseis.

Deve-se ressaltar que o desenvolvimento sustentável e a bioeconomia mantêm uma relação de complementaridade. O primeiro configura-se como um paradigma de desenvolvimento fundamentado na integração das dimensões econômica, social e ambiental, ao passo que a segunda representa um modelo econômico orientado pela utilização sustentável dos recursos biológicos, pela inovação tecnológica e pela economia de baixo carbono. Assim, a bioeconomia pode ser compreendida como um dos meios mais relevantes para operacionalizar os princípios do desenvolvimento sustentável.

Resumindo, a Bioeconomia é um instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável, pois transforma recursos biológicos renováveis e conhecimentos científicos em bens, serviços e processos produtivos capazes de gerar crescimento econômico, inclusão social e conservação ambiental.

Referências

BOLZANI, Vanderlan da Silva. Biodiversidade, bioprospecção e inovação no Brasil. **Revista Ciência e Cultura**, v. 68, n. 1, 2016.

BONAIUTI, Mauro. Bioeconomia. IN: D'ALISA, Giacomo; DEMARIA, Federico; KALLIS, Giorgos. Decrescimento: vocabulário para um novo mundo. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2016. Cap. 2, p. 49-52,

CECHIN, Andrei. Outro paradigma. IN: CECHIN, Andrei. **A natureza como limite da economia**: a contribuição de Georgescu-Roegen. São Paulo: SENAC-SP, 2010. Cap. 2, p. 45-94.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Bioeconomia**: Uma agenda para o Brasil. Brasília: CNI, 2013.

COSTA, Francisco; NOBRE, Carlos; GENIN, Carolina; FRASSON, Caroline; FERNANDES, Danilo; SILVA, Harley; VICENTE, Iara; SANTOS, Inaiê; BARBIERI, Rafael; VENTURA NETO, Raul; FOLHES, Ricardo. Uma bioeconomia inovadora para a Amazônia: conceitos, limites e tendências para uma definição apropriada ao bioma floresta tropical. **Texto para discussão**. São Paulo: WRI Brasil, 2022, p. 1-21.

DIAS, Rodnei Fagundes; CARVALHO FILHO, Carlos Alberto Aragão de. **Bioeconomia no Brasil e no mundo: Panorama atual e perspectivas**. ***Revista Virtual de Química***, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 410–430, jan.-fev., 2017.

GONÇALVES, Ana Carolina Nogueira; NEIVA, Kalil Nascimento; BASTOS, Bruno Gouvêa; VASCONCELOS, Alexandre Meira; LOPES, José Carlos de Jesus. Bioeconomia sustentável: uma proposição científica emergente. **Revista Desenvolvimento Fronteiras & Cidadania**, v. 4, n. 7, p. 63-80, mar., 2020.

GONÇALVES, Ana Carolina Nogueira; NEIVA, Kalil Nascimento; BASTOS, Bruno Gouvêa; VASCONCELOS, Alexandre Meira; LOPES, José Carlos de Jesus. Bioeconomia sustentável: uma proposição científica emergente. **Revista Desenvolvimento Fronteiras & Cidadania**, v. 4, n. 7, p. 63-80, mar., 2020.

HORLINGS, Ina; MARSDEN, Terry. Rumo ao desenvolvimento espacial sustentável? Explorando as implicações da nova bioeconomia no setor agroalimentar e na inovação regional. **Sociologias**, v. 13, p. 142-178, 2011.

LOPES, Cristina Leme; CHIAVARI, Joana. **Bioeconomia na Amazônia: análise conceitual, regulatória e institucional**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative (CPI/PUC-Rio), 2022.

MOREIRA, Alexandre M. Bioeconomia: Plataforma mundial de inovação e sustentabilidade nas cadeias agroindustriais. **Revista Processos Químicos**, v. 10, n. 20, p. 351-353. 2016.

NASCIMENTO, Leonardo Almeida do; SILVA, Leanne Batista da; ROBERTO, José Carlos Alves; PINTO JÚNIOR, José

Roberto Lira. Bioeconomia: um modelo sustentável em ascensão e os entraves para sua implementação no bioma amazônico. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 6, p. 3646-3663, 2024.

PAMPLONA, Leonardo; SALARINI, Júlio; KADRI, Nabil. Potencial da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia e possibilidades para a atuação do BNDES. **Revista do BNDES**, v. 28, n. 56, p. 55-86, dez., 2021.

POZZETTI, Valmir César; FERREIRA, Marie Joan Nascimento; SILVA, Anderson Solimões. **Bioeconomia: a economia do futuro, sob a ótica dos objetivos de desenvolvimento sustentável.** ***Revista do CEJUR/TJSC: Prestação Jurisdicional***, v. 9, e0383, p. 1-18, 2021.

SANTOS, Adna Fernandes Pereira dos; AVELINO, Victoria de Carvalho; SANTOS, Zilda Joaquina Cohen Gama dos; LEÃO, Andréa Simone Rente. **Bioeconomia e sociobiodiversidade: dois conceitos e uma mesma ideia?** ***Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política***, n. 72, p. 175-200, mai.-ago., 2025.

SILVA, Martim Francisco de Oliveira e; PEREIRA, Felipe dos Santos; MARTINS, José Vitor Bomtempo. *A bioeconomia brasileira em números*. ***BNDES Setorial***, Rio de Janeiro, n. 47, p. 277–331, mar., 2018.

WILLERDING, André Luis; SILVA, Leonardo Rodrigo da; SILVA, Roseana Pereira da; ASSIS, Geison Maicon Oliveira de; PAULA, Estevão Vicente Cavalcanti Monteiro de. Estratégias para o desenvolvimento da bioeconomia no estado do Amazonas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 98, p. 145–166, 2020.

A pegada de carbono e as estratégias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa

José Ozildo dos Santos
Jonas Menezes dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Maria Pricila Miranda dos Santos
João Soares da Silva
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Cláudia Carneiro de Azevedo
Maria Joselma Ferreira Aragão
Brenda Silva Gonzaga
Gilmara Henriques Araújo

Conceitos, fundamentos e importância da pegada de carbono

A crescente intensificação das mudanças climáticas tem evidenciado a necessidade de adoção de medidas capazes de reduzir os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, especialmente aqueles associados às emissões de gases de efeito estufa (GEE). Nesse contexto, a pegada de

carbono consolidou-se como um dos principais indicadores utilizados para mensurar a quantidade total de emissões de dióxido de carbono (CO_2) e de outros gases com potencial de aquecimento global gerados, direta ou indiretamente, por indivíduos, organizações, produtos ou atividades econômicas (GROSI et al., 2010).

A pegada de carbono é conceituada como o conjunto total das emissões de gases de efeito estufa que podem ser atribuídas, de maneira direta ou indireta, a uma organização, a uma atividade específica ou à produção de determinado bem ou serviço. Trata-se de um indicador cuja finalidade consiste em expressar quantitativamente o volume dessas emissões, traduzindo-as em dióxido de carbono (CO_2) ou em dióxido de carbono equivalente (CO_2e), unidade utilizada para representar, de forma padronizada, os diferentes gases de efeito estufa segundo seu potencial de aquecimento global (SILVA et al., 2021).

Os resultados produzidos por essa ferramenta correspondem à quantidade de CO_2 ou CO_2e emitida durante todo o ciclo de vida de um produto ou serviço, considerando um período previamente estabelecido para sua mensuração, o que permite avaliar, de maneira sistemática, os impactos ambientais relacionados às emissões atmosféricas (SCHMITZ; LIBRAGA; SATTLER, 2020).

Seu conceito foi desenvolvido como uma forma de expressar a intensidade das emissões de gases de efeito estufa associadas às mais diversas atividades econômicas, produtivas e aos diferentes produtos disponibilizados para consumo. Sua crescente utilização decorre da necessidade de tornar mais

evidente a relação existente entre os processos produtivos e seus impactos sobre o clima, permitindo que as emissões sejam representadas por meio de um indicador de fácil compreensão (ZORTEA et al., 2019).

A ampla aceitação desse conceito pelo público, aliada à crescente disponibilidade de informações relacionadas às emissões de gases de efeito estufa, despertou o interesse não apenas da sociedade, mas também da comunidade científica e dos formuladores de políticas públicas, que passaram a revisar, aperfeiçoar e refinar continuamente os métodos empregados em seus cálculos, buscando maior precisão e confiabilidade nos resultados obtidos (ZORTEA et al., 2019).

A pegada de carbono também pode ser compreendida como o processo de contabilização da totalidade dos gases de efeito estufa emitidos, tanto de forma direta quanto indireta, em decorrência da realização de uma atividade, do desenvolvimento de um processo produtivo ou da fabricação de um produto, abrangendo igualmente a prestação de serviços. Essa contabilização pode ser aplicada a diferentes escalas de análise, incluindo indivíduos, grupos populacionais, empresas, instituições públicas, cidades, estados e países (ZORTEA et al., 2019).

Sob essa perspectiva, a pegada de carbono de uma unidade funcional - seja ela uma organização, um município, um produto, um serviço, um processo produtivo ou qualquer outro sistema analisado - corresponde à mensuração de seu impacto climático segundo uma métrica previamente definida. Para essa avaliação, são consideradas todas as fontes de emissão de gases de efeito estufa, tanto aquelas relacionadas às

etapas de produção quanto aquelas decorrentes das fases de consumo, proporcionando uma visão integrada dos impactos climáticos associados à unidade analisada (SILVA et al., 2021).

Um estudo realizado por Vieira et al. (2023) mostra que a pegada de carbono constitui uma importante representação da quantificação das emissões de gases de efeito estufa associadas às atividades humanas e configura-se como uma das principais métricas, ou categorias de impacto, empregadas nos estudos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicados aos sistemas de produção agrícola. Nesse contexto, essa métrica possibilita mensurar os impactos climáticos decorrentes das diferentes etapas que integram os processos produtivos, permitindo uma avaliação mais abrangente do desempenho ambiental das atividades agropecuárias ao longo de todo o seu ciclo de vida (BRAZ; SILVA, 2020).

Os métodos empregados para sua determinação são variados, possibilitando diferentes formas de averiguação e mensuração conforme as características da atividade analisada. Além disso, sua aplicação constitui um importante instrumento de apoio aos gestores públicos e aos demais responsáveis pelos processos de tomada de decisão, pois favorece uma percepção mais abrangente das múltiplas interfaces socioambientais relacionadas aos empreendimentos, projetos e ações desenvolvidos. Em consequência, a utilização da pegada de carbono contribui para superar a concepção tradicional de crescimento econômico desvinculado das questões ambientais, favorecendo uma análise mais integrada entre desenvolvimento e preservação do meio ambiente (GROSI et al., 2010).

A pegada de carbono consolidou-se como um dos indicadores ambientais de maior relevância no meio acadêmico em razão de sua capacidade de produzir resultados consistentes relacionados ao gerenciamento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Sua ampla utilização decorre da eficiência apresentada na mensuração dos impactos decorrentes dessas emissões, tornando-se uma ferramenta fundamental para subsidiar avaliações ambientais e processos de tomada de decisão voltados à sustentabilidade. A importância desse indicador está associada, sobretudo, à estimativa quantitativa que fornece acerca das emissões de gases de efeito estufa, permitindo identificar o volume de poluentes gerados pelas diferentes atividades econômicas (VASCONCELLOS; BELTRÃO; PONTES, 2016).

Dessa forma, a pegada de carbono constitui um importante parâmetro para orientar estratégias destinadas à redução dos níveis de poluição atmosférica, além de desempenhar o papel de indicador de sustentabilidade das atividades produtivas, uma vez que possibilita quantificar os impactos negativos decorrentes das diversas etapas dos processos responsáveis pela emissão de GEE (VASCONCELLOS; BELTRÃO; PONTES, 2016).

A pegada de carbono global, entendida como o volume anual de emissões de gases de efeito estufa provenientes das atividades humanas em escala mundial, apresentou um crescimento expressivo ao longo das últimas décadas, registrando um aumento superior ao triplo desde o ano de 1970. Esse comportamento evidencia a intensificação das pressões exercidas pelas atividades produtivas e pelos

padrões de consumo sobre o sistema climático (CAMPOS, 2011).

A produção de qualquer bem ou serviço exige a utilização de diferentes recursos naturais, destacando-se, entre eles, a água e a energia, cuja utilização está diretamente associada à geração de resíduos e à emissão de gases de efeito estufa durante as diversas fases do ciclo de vida dos produtos. Esse ciclo compreende todas as etapas envolvidas no processo produtivo, iniciando-se na obtenção das matérias-primas, passando pelas fases de fabricação, distribuição e utilização, e encerrando-se na disposição final dos resíduos gerados após o consumo, momento em que também podem ocorrer emissões relevantes de gases de efeito estufa (CAMPOS, 2011).

Estudos mostram que a pegada de carbono média mundial é estimada em aproximadamente 4,0 tCO_2e por habitante ao ano. Entretanto, para que seja possível atender às metas estabelecidas pelo Acordo de Paris, projeta-se que esse valor deva ser reduzido para cerca de 2,0 tCO_2e por habitante até o ano de 2050. Esse cenário evidencia a necessidade de promover mudanças nos padrões de consumo e nas práticas cotidianas da sociedade, uma vez que os hábitos adotados pelos indivíduos exercem influência direta sobre a intensidade das emissões de gases de efeito estufa (KUROKI; BRAMBILA, 2024).

Assim, ao mesmo tempo em que os padrões de consumo podem contribuir para o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas, eles também podem desempenhar papel relevante na redução desses impactos negativos quando orientados pela adoção de práticas e hábitos caracterizados por

baixas emissões de carbono. Dessa forma, a incorporação de comportamentos de baixo carbono representa um importante mecanismo para favorecer a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e contribuir para o alcance dos objetivos climáticos estabelecidos internacionalmente (KUROKI; BRAMBILA, 2024).

Gases de Efeito Estufa, Mudanças Climáticas e Pegada de Carbono: desafios para a sustentabilidade ambiental

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) constituem componentes atmosféricos indispensáveis para a ocorrência do efeito estufa, fenômeno natural que desempenha papel essencial na manutenção das condições ambientais necessárias à existência da vida na Terra. A atuação desses gases consiste na retenção de parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, dificultando seu retorno ao espaço e promovendo a conservação da temperatura média do planeta em níveis compatíveis com o desenvolvimento e a permanência dos diferentes organismos vivos.

Entre os principais gases responsáveis por esse processo destacam-se o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o vapor d'água, cuja capacidade de absorção da radiação térmica contribui para a manutenção do equilíbrio energético da atmosfera e, consequentemente, para a estabilidade climática terrestre. Dessa forma, a presença desses gases na atmosfera representa um elemento indispensável ao funcionamento dos processos naturais que regulam a temperatura do planeta, evidenciando sua relevância para a

conservação das condições ambientais favoráveis à vida (SILVA et al., 2021; KUROKI; BRAMBILA, 2024).

Apesar de o efeito estufa representar um mecanismo natural e imprescindível ao equilíbrio climático global, sua intensificação, decorrente do crescimento contínuo das emissões de gases de efeito estufa, tem provocado profundas alterações na dinâmica energética da atmosfera terrestre. Esse processo resulta tanto da contribuição de fontes naturais, como as erupções vulcânicas, quanto, principalmente, das atividades desenvolvidas pelo ser humano, com destaque para a utilização de combustíveis fósseis na geração de energia.

A ampliação dessas emissões promove maior retenção da radiação térmica na atmosfera, elevando gradativamente a temperatura média da superfície terrestre e caracterizando o fenômeno denominado aquecimento global. Estudos indicam que, do incremento aproximado de 1,1 °C observado desde o período pré-industrial, menos de 0,1 °C decorre de fatores naturais, sendo praticamente todo o restante atribuído à intensificação das atividades antrópicas, demonstrando a estreita relação entre o desenvolvimento das atividades humanas e as alterações verificadas no sistema climático mundial (KUROKI; BRAMBILA, 2024).

Como consequência direta da intensificação das emissões de gases de efeito estufa, as mudanças climáticas de origem antrópica vêm assumindo proporções cada vez mais expressivas, tornando-se um dos principais desafios ambientais contemporâneos. A crescente concentração desses gases na atmosfera amplia significativamente seus efeitos sobre os ecossistemas, sobre a biodiversidade e sobre as

populações humanas, reforçando a necessidade da implementação de estratégias voltadas à mitigação de seus impactos.

As principais fontes responsáveis por essas emissões encontram-se associadas ao modelo de desenvolvimento econômico atualmente predominante, cuja matriz energética permanece fortemente dependente de combustíveis fósseis. Além desse fator, destacam-se as atividades agropecuárias, os processos industriais, a geração de resíduos sólidos e as alterações promovidas no uso da terra, especialmente aquelas decorrentes da supressão da vegetação natural para diferentes finalidades produtivas, que contribuem de maneira significativa para o aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa (MORO; VIEIRA, 2025).

O crescimento das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) modifica progressivamente o funcionamento dos sistemas climáticos globais e compromete o equilíbrio dos ecossistemas naturais. O aumento desses gases intensifica o aquecimento global e favorece a ocorrência de alterações cada vez mais significativas nas condições climáticas do planeta. Em 2023, a temperatura média global alcançou um valor 1,55 °C superior ao registrado no período compreendido entre 1850 e 1900, tornando esse ano o mais quente da era moderna.

Esse cenário evidencia o agravamento das mudanças climáticas e se reflete na intensificação da frequência, da duração e da magnitude dos eventos climáticos extremos, incluindo tempestades de elevada intensidade, inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor, períodos prolongados

de estiagem, aquecimento das águas oceânicas, elevação do nível médio dos mares, perda de biodiversidade, oscilações bruscas de temperatura, vendavais e ciclones, cujos impactos se manifestam em diferentes escalas geográficas (MORO; VIEIRA, 2025).

As mudanças climáticas, entretanto, não devem ser compreendidas exclusivamente como um processo de elevação da temperatura média global. Trata-se de um fenômeno muito mais abrangente, caracterizado por alterações significativas nos padrões climáticos que regulam o funcionamento dos sistemas naturais. Seus efeitos alcançam dimensões ambientais, econômicas e sociais de elevada complexidade, afetando tanto os ecossistemas quanto as atividades humanas.

As enchentes registradas no estado do Rio Grande do Sul durante os meses de abril e maio de 2024 constituem exemplo representativo dessa realidade, uma vez que ocasionaram perdas de vidas humanas, deslocamento de populações, comprometimento das condições de saúde pública, degradação ambiental, processos erosivos, assoreamento de recursos hídricos e expressivos prejuízos materiais, evidenciando a amplitude das consequências decorrentes das alterações climáticas em diferentes setores da sociedade (EMATER/RS-ASCAR, 2024).

As emissões de gases de efeito estufa encontram-se diretamente associadas a um amplo conjunto de atividades desenvolvidas pela sociedade contemporânea. Entre as principais fontes emissoras destacam-se a produção de energia, a utilização de combustíveis fósseis, os sistemas de transporte, os processos industriais, as atividades

agropecuárias, as mudanças no uso e na cobertura da terra, a produção de biomassa e bioenergia, o desmatamento, o emprego intensivo de pesticidas, os sistemas de irrigação e a destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos. Em razão da diversidade dessas fontes, a dinâmica das emissões de gases de efeito estufa revela elevado grau de complexidade, envolvendo diferentes setores da economia e distintas formas de utilização dos recursos naturais.

Nesse contexto, a agricultura e, de maneira particular, a produção animal destacam-se entre as atividades que mais contribuem para as emissões globais de gases de efeito estufa. Em contrapartida, práticas relacionadas ao manejo ambientalmente adequado dos resíduos apresentam importante potencial para reduzir os impactos decorrentes dessas emissões, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de mitigação ambiental (SCHMITZ; LIBRAGA; SATTLER, 2020; DALAZEN et al., 2022).

O agravamento do aquecimento global e a crescente intensificação das mudanças climáticas contribuíram para que a questão climática assumisse posição de destaque na agenda política internacional. Esse processo impulsionou a construção de mecanismos de cooperação entre os diferentes países, voltados ao enfrentamento dos desafios impostos pelas alterações climáticas. Sob o ponto de vista científico, um marco importante ocorreu em 1988, com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), organismo responsável pela produção e sistematização do conhecimento científico relacionado às mudanças do clima.

Posteriormente, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, foi instituída a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), instrumento internacional destinado à coordenação dos esforços globais voltados à redução das emissões de gases de efeito estufa e ao fortalecimento das políticas de enfrentamento das mudanças climáticas (MORO; VIEIRA, 2025).

No âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as Conferências das Partes (COP), realizadas anualmente desde 1995, consolidaram-se como o principal fórum internacional para a negociação de compromissos relacionados às mudanças climáticas. Entre as decisões mais relevantes tomadas nesse espaço destaca-se a aprovação do Protocolo de Quioto durante a terceira Conferência das Partes (COP3), realizada em 1997.

Embora sua entrada em vigor tenha ocorrido somente em 2005, após a ratificação pela maioria dos países integrantes da Convenção, esse protocolo representou um marco na definição de metas obrigatórias de redução das emissões de gases de efeito estufa para os países industrializados, permanecendo vigente até o ano de 2020. Posteriormente, durante a realização da COP21, em Paris, no ano de 2015, foi celebrado o Acordo de Paris, considerado um dos mais importantes instrumentos da governança climática contemporânea.

O acordo entrou em vigor em 2016 e estabeleceu o compromisso assumido pela quase totalidade dos países do mundo de desenvolver ações destinadas à limitação do

aumento da temperatura média global a valores inferiores a 2 °C em relação aos níveis pré-industriais, estabelecendo, adicionalmente, esforços voltados à limitação desse aumento a 1,5 °C, observando as diferentes responsabilidades e capacidades de cada Estado signatário (UNFCCC, 2024; BALDUINO, 2020).

Nesse contexto, a identificação, a mensuração e o monitoramento das fontes responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa constituem etapas fundamentais para a elaboração de políticas públicas e para a definição de estratégias destinadas à mitigação das mudanças climáticas. A quantificação das emissões permite reconhecer os principais setores emissores, estabelecer prioridades de intervenção e orientar a implementação de medidas voltadas à redução das emissões, contribuindo para minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais associados ao agravamento dos eventos climáticos extremos.

Dessa forma, a produção de informações confiáveis sobre a origem e a intensidade das emissões representa importante instrumento para subsidiar o planejamento de ações voltadas à mitigação das mudanças climáticas e à promoção de um modelo de desenvolvimento ambientalmente mais sustentável (MORO; VIEIRA, 2025).

No cenário brasileiro, a distribuição das emissões de gases de efeito estufa apresenta características próprias, evidenciando a significativa participação do setor agropecuário na composição das emissões nacionais. De acordo com informações do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), a

agropecuária ocupa posição de destaque entre os segmentos econômicos responsáveis pelas emissões no país, em razão da expressiva participação das atividades agrícolas, pecuárias e das transformações promovidas no uso e na cobertura da terra.

Essa predominância decorre, sobretudo, das emissões de metano oriundas da fermentação entérica dos rebanhos, do manejo de dejetos animais, da utilização de fertilizantes nitrogenados e dos processos de conversão da vegetação natural para fins agropecuários. Nesse contexto, verifica-se que mais de setenta por cento das emissões brasileiras de gases de efeito estufa estão associadas às mudanças no uso da terra e às atividades agropecuárias, destacando-se, ainda, o cultivo do arroz como um dos sistemas agrícolas que contribuem de maneira significativa para essas emissões em função das particularidades inerentes ao seu sistema de manejo (BEMVENUTI et al., 2025; SEEG, 2023; MORO; VIEIRA, 2025).

A expressiva contribuição da agropecuária para as emissões de gases de efeito estufa confere a esse setor dupla relevância no contexto das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo em que figura entre os principais emissores, também constitui uma das atividades econômicas mais suscetíveis aos impactos decorrentes das alterações do clima. A elevação da temperatura média, a ocorrência de déficits hídricos, a intensificação dos eventos climáticos extremos e o aumento da incidência de pragas e doenças afetam diretamente o desempenho dos sistemas produtivos agrícolas, comprometendo sua produtividade e estabilidade.

Paralelamente, diversas operações inerentes ao processo produtivo agrícola contribuem para a emissão de

gases de efeito estufa, incluindo o preparo do solo, o cultivo, a adubação, a irrigação, a criação de animais, a utilização de máquinas agrícolas, o consumo de combustíveis fósseis, a aplicação de insumos, as mudanças no uso da terra e a queima de resíduos agrícolas. Em razão dessa multiplicidade de fontes emissoras, torna-se evidente a necessidade de adoção de práticas produtivas capazes de reduzir as emissões e promover maior sustentabilidade ambiental dos sistemas agropecuários (ZORTEA et al., 2019).

Nesse contexto, a pegada de carbono da agricultura configura-se como um importante indicador destinado à mensuração da quantidade total de gases de efeito estufa emitidos ao longo das diferentes etapas que compõem os processos produtivos agrícolas. Sua utilização permite avaliar o desempenho ambiental dos sistemas de produção, estabelecer comparações entre diferentes modelos produtivos, identificar as etapas responsáveis pelas maiores emissões e subsidiar a adoção de estratégias voltadas ao aumento da eficiência ambiental das atividades agropecuárias.

Além de fornecer parâmetros para a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da produção agrícola, a quantificação da pegada de carbono constitui um instrumento de grande relevância para a identificação de alternativas produtivas ambientalmente mais sustentáveis, favorecendo a implementação de práticas capazes de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e fortalecer as estratégias de mitigação das mudanças climáticas. Dessa forma, a pegada de carbono consolida-se como um importante mecanismo de apoio ao planejamento, ao monitoramento e ao aperfeiçoamento da

sustentabilidade dos sistemas agrícolas, contribuindo para o desenvolvimento de modelos produtivos compatíveis com os desafios impostos pelas mudanças climáticas (ZORTEA et al., 2019; CAMPOS et al., 2019).

Estratégias de mitigação das emissões e perspectivas para uma economia de baixo carbono

A intensificação das mudanças climáticas tem evidenciado a necessidade de adoção de estratégias capazes de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), promovendo um modelo de desenvolvimento econômico compatível com os limites ambientais do planeta. O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e outros gases na atmosfera, decorrente principalmente da queima de combustíveis fósseis, do desmatamento e de práticas produtivas ambientalmente insustentáveis, constitui um dos maiores desafios da contemporaneidade. Nesse contexto, a mitigação das emissões representa um conjunto de ações voltadas para reduzir ou evitar a liberação desses gases, bem como ampliar a capacidade dos ecossistemas de absorvê-los, contribuindo para limitar o aquecimento global e promover um desenvolvimento econômico mais sustentável (SANTANA; OIKO, 2019).

A construção de uma economia de baixo carbono pressupõe profundas transformações nos sistemas de produção, consumo e uso dos recursos naturais. Esse modelo econômico busca conciliar crescimento econômico, competitividade, inovação tecnológica e conservação

ambiental, reduzindo significativamente a intensidade das emissões associadas às atividades humanas.

Além de representar uma estratégia essencial para o enfrentamento das mudanças climáticas, a transição para uma economia de baixo carbono cria oportunidades para geração de empregos verdes, desenvolvimento tecnológico, ampliação da segurança energética, fortalecimento da competitividade industrial e melhoria da qualidade de vida da população. Assim, diversas estratégias vêm sendo implementadas em escala global, envolvendo governos, empresas, instituições de pesquisa e a sociedade civil organizada, com o objetivo de acelerar o processo de descarbonização das economias (SILVA et al., 2021).

Entre as principais estratégias de mitigação destaca-se a transição energética, considerada um dos pilares fundamentais da economia de baixo carbono. Historicamente, o desenvolvimento econômico mundial esteve fortemente apoiado na utilização de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural, responsáveis por parcela significativa das emissões globais de gases de efeito estufa.

Entretanto, o avanço das tecnologias relacionadas às fontes renováveis tem permitido a substituição gradual dessas matrizes energéticas por alternativas mais limpas e sustentáveis. A energia solar fotovoltaica, a energia eólica, a biomassa, os biocombustíveis, as pequenas centrais hidrelétricas e outras fontes renováveis apresentam menor intensidade de emissões ao longo de seu ciclo de vida, constituindo alternativas estratégicas para a redução da dependência dos combustíveis fósseis. Paralelamente,

investimentos em eficiência energética, eletrificação dos transportes, redes inteligentes de distribuição e sistemas de armazenamento de energia contribuem para ampliar a participação das energias renováveis na matriz energética mundial, reduzindo significativamente as emissões associadas ao setor energético (SANTANA; OIKO, 2019).

No contexto brasileiro, a transição energética apresenta características particularmente favoráveis em razão da elevada participação de fontes renováveis na matriz elétrica nacional. Entretanto, ainda persistem desafios relacionados à expansão da infraestrutura de transmissão, à diversificação das fontes renováveis, ao fortalecimento das políticas públicas de incentivo e ao desenvolvimento de tecnologias capazes de aumentar a eficiência dos sistemas energéticos.

A ampliação da geração distribuída, associada ao crescimento da energia solar e eólica, representa uma importante oportunidade para consolidar um modelo energético mais sustentável, resiliente e menos dependente de combustíveis fósseis, fortalecendo a competitividade econômica e reduzindo a pegada de carbono das atividades produtivas (LUCENA; SZKLO; SCHAEFFER, 2021).

Outra estratégia fundamental refere-se ao uso sustentável da terra e às práticas agrícolas de baixa emissão de carbono. O setor agropecuário desempenha papel dual nas mudanças climáticas, pois, ao mesmo tempo em que contribui para a emissão de gases de efeito estufa, possui elevado potencial para atuar como sumidouro de carbono mediante o manejo adequado dos ecossistemas. O combate ao desmatamento, especialmente em biomas de elevada

biodiversidade, constitui uma das medidas mais eficazes para reduzir emissões, uma vez que a remoção da cobertura vegetal libera grandes quantidades de carbono anteriormente armazenadas na biomassa e no solo. Nesse sentido, políticas de conservação florestal, recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e proteção das vegetações nativas assumem papel estratégico na mitigação das mudanças climáticas (SANTANA; OIKO, 2019).

No âmbito das atividades agropecuárias, práticas conservacionistas vêm demonstrando elevada capacidade de reduzir emissões e aumentar o sequestro de carbono. Entre essas práticas destacam-se o sistema de plantio direto, que reduz o revolvimento do solo, preserva sua matéria orgânica e aumenta o armazenamento de carbono; a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que promove maior eficiência no uso da terra, melhora a produtividade e amplia o sequestro de carbono por meio da presença simultânea de componentes agrícolas, pecuários e florestais; além da recuperação de pastagens degradadas, da fixação biológica de nitrogênio, do manejo racional dos fertilizantes e da adoção de tecnologias de agricultura de precisão. Essas estratégias permitem aumentar a produtividade agropecuária sem necessidade de expansão das áreas cultivadas, conciliando produção de alimentos, conservação ambiental e mitigação das emissões (LUCENA; SZKLO; SCHAEFFER, 2021).

A economia circular constitui igualmente uma importante estratégia para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ao longo das cadeias produtivas. Diferentemente do modelo econômico linear, baseado na lógica de extrair,

produzir, consumir e descartar, a economia circular propõe a manutenção dos materiais em uso pelo maior tempo possível, por meio da reutilização, reciclagem, remanufatura, recuperação de resíduos e extensão da vida útil dos produtos. Essa abordagem reduz significativamente a demanda por matérias-primas, diminui o consumo energético associado aos processos industriais e reduz o volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, contribuindo para a redução das emissões de carbono (CECHIN; VEIGA, 2018).

A implementação da economia circular envolve ainda o fortalecimento da logística reversa, permitindo que produtos, embalagens e materiais retornem ao ciclo produtivo após o consumo. Paralelamente, o ecodesign, a inovação tecnológica, a utilização de materiais recicláveis e o desenvolvimento de processos produtivos mais eficientes tornam-se elementos essenciais para reduzir a pegada de carbono industrial.

Além dos benefícios ambientais, a economia circular promove ganhos econômicos por meio da redução de custos de produção, aumento da eficiência dos recursos, geração de novos modelos de negócios e fortalecimento da competitividade das empresas em mercados cada vez mais orientados pelos princípios da sustentabilidade (CERDÁ; KHALILOVA, 2016).

Outra estratégia amplamente discutida no cenário internacional refere-se à implantação de mecanismos de mercado de carbono. Esses instrumentos econômicos procuram atribuir valor monetário às emissões de gases de efeito estufa, internalizando os custos ambientais das atividades produtivas. Entre os principais mecanismos

destacam-se os sistemas de comércio de emissões (cap-and-trade) e a precificação direta do carbono por meio de tributos ou taxas específicas. Nesses modelos, estabelece-se um limite máximo de emissões permitido para determinados setores econômicos, permitindo que empresas mais eficientes comercializem créditos de carbono com organizações que apresentem maiores dificuldades para reduzir suas emissões. Dessa forma, cria-se um incentivo econômico permanente para investimentos em tecnologias limpas, inovação e eficiência ambiental (MORAES; SZKLO; SCHAEFFER, 2020).

Diversos estudos apontam que a precificação do carbono, variando aproximadamente entre 10 e 100 dólares por tonelada de CO_2 equivalente, pode estimular mudanças significativas nos padrões de produção e consumo, favorecendo a adoção de processos produtivos menos intensivos em carbono. Além de incentivar investimentos em energias renováveis, eficiência energética e inovação tecnológica, o mercado de carbono contribui para direcionar recursos financeiros para projetos de reflorestamento, recuperação ambiental, agricultura sustentável e conservação da biodiversidade. No Brasil, a regulamentação do mercado de carbono representa uma oportunidade estratégica para ampliar a competitividade internacional dos setores produtivos, estimular investimentos sustentáveis e fortalecer o compromisso nacional com as metas de redução das emissões estabelecidas nos acordos climáticos internacionais (CERDÁ; KHALILOVA, 2016).

Em perspectiva mais ampla, a construção de uma economia de baixo carbono exige a integração entre políticas

públicas, desenvolvimento científico, inovação tecnológica, instrumentos econômicos e mudanças nos padrões de comportamento da sociedade. A transformação necessária ultrapassa a simples adoção de tecnologias mais limpas, envolvendo também novos modelos de governança ambiental, planejamento territorial, financiamento sustentável, educação ambiental e fortalecimento das instituições responsáveis pela implementação das políticas climáticas. A cooperação entre governos, setor privado, universidades e sociedade civil torna-se indispensável para acelerar a transição para sistemas produtivos mais eficientes e ambientalmente responsáveis (LUCENA; SZKLO; SCHAEFFER, 2021).

Dessa forma, as estratégias de mitigação das emissões representam elementos centrais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e construir um modelo de desenvolvimento sustentável. A expansão das energias renováveis, o uso sustentável da terra, a agricultura de baixa emissão de carbono, a economia circular e os mecanismos de mercado de carbono constituem instrumentos complementares capazes de reduzir significativamente a pegada de carbono das atividades humanas.

Quando implementadas de forma integrada, essas estratégias fortalecem a competitividade econômica, promovem inovação, ampliam a eficiência no uso dos recursos naturais e contribuem para a construção de uma sociedade mais resiliente, inclusiva e comprometida com a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das futuras gerações.

Considerações finais

A mitigação das emissões de gases de efeito estufa constitui um dos principais desafios e, ao mesmo tempo, uma das maiores oportunidades para promover um modelo de desenvolvimento alinhado aos princípios da sustentabilidade.

Ao longo deste capítulo, evidenciou-se que estratégias como a transição energética, o uso sustentável da terra, a agricultura de baixa emissão de carbono, a economia circular e os mecanismos de mercado de carbono representam instrumentos complementares e indispensáveis para a construção de uma economia de baixo carbono. A implementação integrada dessas ações possibilita não apenas a redução da pegada de carbono, mas também o fortalecimento da competitividade econômica, da inovação tecnológica e da conservação dos recursos naturais.

Nesse contexto, o sucesso das estratégias de mitigação depende da articulação entre políticas públicas consistentes, investimentos em pesquisa e inovação, incentivos econômicos e participação ativa da sociedade. A cooperação entre governos, setor produtivo, comunidade científica e cidadãos torna-se essencial para acelerar a transição para sistemas produtivos mais eficientes, resilientes e ambientalmente responsáveis.

Dessa forma, a adoção de medidas voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa configura-se como um caminho indispensável para enfrentar as mudanças climáticas, promover o desenvolvimento sustentável e assegurar melhores condições de vida para as gerações presentes e futuras.

Referências

BALDUINO, Maria Cláudia de Jesus Melo. O Acordo de Paris e a mudança paradigmática de aplicação do princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. **Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos**, v. 13, n. 1, p. 172-188, 2020.

BEMVENUTI, Renata Heidtmann; SILVA, Lucas Zaurisio da; SANTOS, Thierry Mendes dos; RODRIGUEZ, Alejandro Martins. Metodologias para estimativa da pegada de carbono pessoal. **Revista Delos**, v. 18, n. 73, p. 01-26, 2025.

BRAZ, Sofia Negri; SILVA, Luiz Henrique Vieira da. Pegada de Carbono: uma análise bibliométrica. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 18, P. 62-73, 2020.

CAMPOS, Ricardo Franco. Pegada de carbono: a relação entre mudanças climáticas e hábitos insustentáveis**. Revista Geográfica de América Central**, n. esp. EGAL, p. 1-16, 2. sem. 2011.

CAMPOS, Simone; WEINSCHUTZ, Ricardo; CHERUBINI, Emanuele; MATHIAS, André Luís. Avaliação comparativa da pegada de carbono de margarina e manteiga produzidas no Sul do Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 93-100, jan./fev. 2019.

CECHIN, Andrei; VEIGA, José Eli da. A economia circular e suas promessas para a sustentabilidade. **Revista de Administração de Empresas**, v. 58, n. 3, p. 289-300, 2018.

CERDÁ, Enrique; KHALILOVA, Aygun. Economia circular**. Economia Industrial**, n. 401, p. 11-20, 2016.

DALAZEN, Luciano Luiz; SILVA, Robson de Faria; KACZAM, Fabíola; SILVA, Luciana Santos C. Vieira da; SANTOS, Rafael

Vieira dos; SILVA, Bruno Nogueira; MUNHOZ JUNIOR, Joel Pereira. As práticas sustentáveis para a mitigação dos gases de efeito estufa: uma revisão sistemática de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 37685-37708, may., 2022.

EMATER/RS-ASCAR. Impactos das chuvas e cheias extremas no Rio Grande do Sul em maio de 2024. Porto Alegre: EMATER. **Boletim evento adverso**, n. 1, mai., 2024.

GROSSI, M. C.; CHAVES, E.; JUSTINO, F. B.; SILVA, R. F. da. Influência das mudanças climáticas na produtividade da soja na Amazônia Legal**. In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Belém. 2010 **Anais**...

KUROKI, Larissa Yumi; BRAMBILA, Maria Cleofé Valverde. Potencial mitigação da mudança climática a partir da adoção de novos hábitos na cidade de São Paulo**. Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, p. 25-50, jan.jun., 2024.

LUCENA, André F. P.; SZKLO, Alexandre S.; SCHAEFFER, Roberto. Transição energética: desafios e oportunidades para o Brasil. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 41-54, 2021.

MORAES, Caroline; SZKLO, Alexandre S.; SCHAEFFER, Roberto. Mercado de carbono: uma revisão bibliográfica sobre os mecanismos de redução de emissões de gases de efeito estufa**. Revista Bras. Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 17, p. 1039-1056, 2020.

MORO, Caroline; VIEIRA, Márcio. Emissões de gases de efeito estufa e estratégias de mitigação para uma empresa produtora e beneficiadora de arroz no Rio Grande do Sul. **Caminhos de Geografia**, v. 26, n. 107, p. 1-13, out. 2025.

SANTANA, Mateus; OIKO, Olivia Toshie. Pegada de Carbono: em busca de definição e método para uma Logística Verde**.**

Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas (GEPROS), v. 14, n. 4, p. 197-220, 2019.

SCHMITZ, Anelise; LIBRAGA, Juliano; SATTLER, Miguel A. Pegada Energética e a Pegada de Carbono da Municipalidade de Feliz/RS. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2020, Porto Alegre. **Anais**...

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Emissões totais de GEE no Brasil 1990–2023: Relatório técnico.** São Paulo: Observatório do Clima, 2023.

SILVA, Alexsandro da; MERGNER, Stela; DUTRA, Ana R.; SOARES, Sandro. A contabilidade do carbon footprint. Rev. **Ibero-Americana de Ciênc. Amb.**, v. 12, n. 6, p. 625-634, 2021.

UNFCCC. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**. Bonn, Alemanha: UNFCCC. 2024

VASCONCELLOS, Rodrigo; BELTRÃO, Nelson Elias Souza; PONTES, Altem. Estimativa da pegada de carbono no setor de soja no município de Paragominas, Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 142-149, 2016.

VIEIRA, Mauricio; FRANCO, Cleiton; GUZATTI, Natalie; Silva, Roberto Weber da; FIGUEIREDO, Adriano Marcos Rodrigues. Estimativa da pegada de carbono no setor agrícola da soja e milho em Mato Grosso. **SciELO Preprints**, 2023.

ZORTEA, Rafael; MACIEL, Vânia Gisele; MENEZES, William; CYBIS, Luiz Fernando; SEFERIN, Marcelo. Cálculo de emissões de CO_2 provenientes da mudança do uso da terra para produção de soja no estado do Rio Grande do Sul. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 4, p. 727-735, 2019.

Consumo consciente e sustentabilidade ambiental na sociedade contemporânea

José Ozildo dos Santos
Jefferson Carneiro Barros
Raquel do Nascimento Silva
Leonardo Souza do Prado Júnior
Jheovanne Gamaliel Silva de Abreu
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
João Soares da Silva
Ítalo Silva Fernandes
Cláudia Carneiro de Azevedo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho

Fundamentos do consumo consciente e sua relação com a sustentabilidade ambiental

O consumo consciente tem se consolidado como um dos principais instrumentos para a promoção da sustentabilidade ambiental na sociedade contemporânea, à medida que propõe uma mudança nos padrões de produção e consumo historicamente pautados pela exploração intensiva

dos recursos naturais e pelo crescimento contínuo da demanda por bens e serviços.

O modelo econômico predominante, caracterizado pelo consumo em larga escala e pela cultura do descarte, tem contribuído significativamente para o aumento da geração de resíduos, da poluição ambiental, do desmatamento, da degradação dos ecossistemas e das emissões de gases de efeito estufa, comprometendo a capacidade de regeneração dos recursos naturais.

Nesse contexto, o consumo consciente transcende a simples escolha de produtos ambientalmente responsáveis, configurando-se como uma prática que incorpora valores éticos, sociais, econômicos e ambientais ao processo de tomada de decisão dos consumidores, estimulando comportamentos orientados pela redução do desperdício, pelo uso racional dos recursos naturais e pela valorização de cadeias produtivas sustentáveis.

Consumo, consumismo e a formação da sociedade de consumo

O primeiro ato relacionado ao consumo constitui uma manifestação inerente à própria condição humana, tendo em vista que a satisfação das necessidades essenciais à sobrevivência depende da aquisição de bens e serviços indispensáveis, como alimentação, vestuário, moradia, assistência à saúde e demais recursos necessários à manutenção da vida. Sob essa ótica, o consumo configura-se como um processo natural, indispensável ao funcionamento da

sociedade e da economia, desempenhando papel fundamental na satisfação das necessidades humanas. Todavia, essa prática passa a assumir contornos problemáticos quando extrapola os limites da racionalidade e da necessidade, convertendo-se em consumismo (BASSI; LOPES, 2017).

O consumo deve ser compreendido como um processo complexo que, em grande medida, ocorre de forma automática e, não raramente, impulsiva. Embora seja frequentemente reduzido ao simples ato de comprar, essa interpretação revela-se insuficiente, uma vez que a aquisição representa apenas uma das etapas que compõem o processo de consumo. Este se inicia antes da decisão de compra e somente se encerra após a utilização do produto e a destinação que lhe é conferida ao final de seu ciclo de uso (CAVALCANTI; JORGE, 2023).

Nesse contexto, torna-se imprescindível estabelecer uma distinção entre consumo e consumismo. O consumo caracteriza-se pela aquisição racional, planejada e criteriosa de bens e serviços, considerando não apenas as necessidades individuais, mas também os impactos sociais e ambientais decorrentes dessas escolhas. O consumismo, por outro lado, corresponde a um comportamento pautado pela compra compulsiva, excessiva e, em grande parte das situações, desprovida de reflexão crítica, sendo impulsionado pelo desejo contínuo de adquirir novos bens, independentemente de sua efetiva utilidade ou necessidade (LIMA et al., 2015).

O consumo constitui uma prática social e economicamente legítima, além de indispensável à sobrevivência humana. Entretanto, quando realizado de

maneira excessiva, deixa de cumprir sua função primordial de atender às necessidades dos indivíduos e passa a produzir efeitos negativos tanto para a esfera individual quanto para a coletividade, tornando-se incompatível com os princípios da sustentabilidade e da justiça social (LIMA et al., 2015).

Ao longo do tempo, o consumo deixou de estar predominantemente vinculado à satisfação das necessidades humanas para submeter-se, de forma crescente, à lógica econômica baseada na produção contínua de desejos. Na sociedade contemporânea, esses desejos passaram a orientar o funcionamento da economia capitalista, sendo permanentemente estimulados para que jamais alcancem plena satisfação. Dessa forma, a manutenção de um estado constante de insatisfação converteu-se em um dos mecanismos fundamentais de dinamização do mercado, favorecendo a expansão contínua do consumo (BASSI; LOPES, 2017).

A consolidação da cultura de consumo está intimamente associada às profundas transformações desencadeadas pela Revolução Industrial. O desenvolvimento da industrialização promoveu expressivo aumento da capacidade produtiva, alterando significativamente os processos de produção, distribuição e comercialização de bens. Como consequência, a produção em larga escala passou a demandar mercados consumidores cada vez mais amplos, impulsionando a adoção de estratégias voltadas ao estímulo permanente do consumo (BASSI; LOPES, 2017).

O fortalecimento da cultura do consumo intensificou-se especialmente a partir do século XVIII, período marcado pelo acelerado processo de urbanização e industrialização das

sociedades. Posteriormente, com o término da Primeira Guerra Mundial, as indústrias alcançaram elevados níveis de produtividade, tornando imprescindível a ampliação dos mercados consumidores como forma de absorver a crescente produção de bens industrializados (COSTA; TEODÓSIO, 2011).

Nesse cenário, foram implementadas diversas estratégias destinadas a incentivar o consumo. Entre elas destacam-se a expansão do crédito ao consumidor, a criação das lojas de departamento, a venda por correspondência, a redução da jornada de trabalho e, sobretudo, o fortalecimento da publicidade e do marketing, mecanismos que desempenharam papel decisivo na consolidação da denominada sociedade de consumo de massa (CAMARGO; VELHO, 2012).

Deve-se ressaltar que o modelo econômico contemporâneo, alicerçado nos princípios do capitalismo, promove de maneira contínua o estímulo ao consumo de bens que, em inúmeras situações, não correspondem às necessidades efetivas dos indivíduos. Em grande parte dos casos, os produtos são concebidos intencionalmente para possuir reduzida vida útil, favorecendo sua rápida substituição e impulsionando a continuidade dos ciclos de consumo, característica que reforça a dinâmica do mercado e amplia os níveis de aquisição de bens (LIMA et al., 2015).

Paralelamente, a globalização desempenhou papel decisivo na expansão da cultura consumista ao favorecer a circulação de mercadorias, marcas, imagens e valores culturais em escala mundial. Esse processo transformou o mercado em

um espaço globalizado de consumo, no qual hábitos e padrões de aquisição são difundidos de forma contínua entre diferentes sociedades, frequentemente em prejuízo das culturas locais e das particularidades regionais (CAMARGO; VELHO, 2012).

Além da globalização, a mídia e os mecanismos de obsolescência, tanto planejada quanto perceptiva, constituem importantes instrumentos de sustentação da lógica consumista. Enquanto a obsolescência planejada reduz deliberadamente a vida útil dos produtos, a obsolescência perceptiva induz os consumidores à percepção de que determinados bens rapidamente se tornam ultrapassados, ainda que permaneçam plenamente funcionais. Como resultado, intensifica-se a substituição constante de mercadorias, ampliando a produção de resíduos sólidos e aumentando a pressão exercida sobre os recursos naturais (CAMARGO; VELHO, 2012).

Na sociedade contemporânea, os bens deixaram de ser adquiridos exclusivamente em razão de sua utilidade prática. Progressivamente, passaram a incorporar significados simbólicos relacionados ao status, ao prestígio, ao sucesso, à felicidade e à realização pessoal. Em decorrência desse processo, as identidades sociais passaram a ser fortemente construídas por meio do consumo, fazendo com que o reconhecimento e a inserção social fossem, com frequência, associados à capacidade de aquisição de determinados bens e serviços (COSTA; TEODÓSIO, 2011).

Esse contexto contribuiu para a consolidação da denominada sociedade de consumidores, caracterizada pela promoção contínua de um modo de vida fundamentado no

consumismo. Nesse modelo social, outras formas de realização pessoal tendem a perder relevância ou mesmo a serem relegadas a um plano secundário, em razão da centralidade conferida ao consumo como elemento estruturante das relações sociais e da construção das identidades individuais (SANTOS; VASCONCELOS, 2022; BASSI; LOPES, 2017).

Nesse cenário, o indivíduo encontra-se permanentemente submetido a diferentes formas de pressão para consumir. No plano social, essa pressão decorre da busca por reconhecimento, distinção e pertencimento a determinados grupos. No âmbito econômico, por sua vez, ela é continuamente reforçada pelas estratégias desenvolvidas pelas organizações empresariais, especialmente por meio do marketing, que associa o consumo à obtenção de sucesso, felicidade, qualidade de vida e prestígio social (CARMONA; BACINELLO, 2019).

Embora cada pessoa possua necessidades, preferências e características particulares, as decisões de consumo não são tomadas de forma isolada. O consumidor encontra-se inserido em uma complexa rede de relações sociais e culturais que influencia significativamente seus comportamentos, suas escolhas e seus hábitos de consumo, evidenciando que tais decisões resultam não apenas de preferências individuais, mas também das influências exercidas pelo contexto social em que está inserido (KANAN, 2011).

Ao mesmo tempo, a sociedade contemporânea atingiu níveis inéditos de desenvolvimento científico, tecnológico e produtivo, disponibilizando uma diversidade de bens e

serviços jamais observada em períodos anteriores. Todavia, apesar desse expressivo avanço material, não foi possível concretizar os ideais de felicidade, qualidade de vida, justiça social e bem-estar que historicamente acompanharam as promessas da modernidade. Assim, o progresso técnico e econômico não se mostrou suficiente para assegurar, por si só, uma melhoria proporcional das condições de vida da sociedade (SANTOS; VASCONCELOS, 2022).

O consumismo e seus impactos socioambientais

O processo de industrialização, aliado à consolidação do capitalismo e ao avanço da globalização, promoveu significativa expansão dos níveis de consumo, ocasionando, simultaneamente, uma intensificação da exploração dos recursos naturais e dos processos de degradação ambiental. Em decorrência desse cenário, as questões ambientais passaram a ocupar posição de destaque nas discussões contemporâneas, sobretudo em razão da necessidade de identificar alternativas capazes de reduzir os impactos decorrentes do consumismo (LIMA et al., 2015).

O consumismo caracteriza-se como um fenômeno sustentado pela permanente insatisfação dos indivíduos, manifestando-se por meio do consumo excessivo de bens e serviços. Esse comportamento produz consequências negativas que ultrapassam a esfera individual, afetando as relações sociais e comprometendo o equilíbrio ambiental. Embora o consumo seja indispensável à sobrevivência humana, sua prática excessiva descaracteriza sua finalidade original,

tornando-se incompatível com os princípios da sustentabilidade (LIMA et al., 2015).

O consumo exacerbado constitui um dos principais fatores responsáveis pelo agravamento da atual crise socioambiental. Seus efeitos não se restringem ao aumento da utilização dos recursos naturais, mas também repercutem sobre as dimensões social, econômica e ambiental, comprometendo as condições necessárias à manutenção do equilíbrio ecológico. Diante dessa realidade, evidencia-se a necessidade da construção de uma nova cultura de consumo, fundamentada em padrões de comportamento compatíveis com os princípios do desenvolvimento sustentável (LIMA et al., 2015).

O materialismo exacerbado, frequentemente associado ao consumismo, produz impactos tanto sobre os indivíduos quanto sobre a coletividade. O consumidor consumista caracteriza-se pelo desejo permanente de possuir e usufruir de bens materiais, direcionando sua atenção prioritariamente à satisfação de seus próprios interesses e necessidades. Em razão dessa postura, tende a desconsiderar as necessidades de outras pessoas, bem como os efeitos sociais e ambientais decorrentes de seus hábitos de consumo (LIMA et al., 2015).

Diversos estudos evidenciam que o padrão de consumo predominante nas sociedades ocidentais contemporâneas revela-se socialmente injusto, moralmente questionável e ambientalmente insustentável. A limitação dos recursos naturais disponíveis demonstra que não há condições de estender a toda a população mundial o atual padrão de

consumo, uma vez que os ecossistemas não possuem capacidade para sustentar indefinidamente esse modelo de utilização dos recursos ambientais (CORTEZ, 2009).

Como consequência desse processo, observa-se o comprometimento crescente da sustentabilidade ambiental, evidenciado pelo esgotamento dos recursos naturais renováveis e não renováveis, pela degradação dos solos, pela redução da biodiversidade, pela contaminação dos recursos hídricos e atmosféricos, bem como pelas alterações climáticas que vêm sendo registradas em diferentes regiões do planeta (CORTEZ, 2009).

A exploração intensiva dos recursos naturais ocorre, em grande medida, para atender às demandas das atividades econômicas. Todavia, os benefícios decorrentes dessa exploração não são distribuídos de maneira equitativa entre a população, permanecendo concentrados em uma parcela reduzida da sociedade, enquanto os impactos ambientais e sociais são compartilhados por toda a coletividade (LIMA et al., 2015).

A intensificação da degradação ambiental, resultante de um modelo de crescimento econômico insustentável, expõe a humanidade a um conjunto de problemas que comprometem as condições de reprodução da vida no planeta. Nesse contexto, torna-se imprescindível a formação de uma nova consciência coletiva e de uma cultura de consumo pautada na sustentabilidade, capaz de envolver cidadãos, organizações, governos e demais segmentos sociais na construção de padrões de consumo compatíveis com a preservação dos recursos naturais e das relações sociais. Assim, a promoção do consumo

consciente e o enfrentamento das práticas predatórias constituem responsabilidades compartilhadas por toda a sociedade (LIMA et al., 2015).

O consumismo produz impactos expressivos sobre os ecossistemas, uma vez que a exploração dos recursos naturais realizada de forma desprovida de responsabilidade ambiental favorece a degradação dos biomas, intensifica os processos de poluição atmosférica, contribui para as alterações climáticas e potencializa a ocorrência de desastres ambientais, estiagens e outros eventos que comprometem as condições necessárias à manutenção da vida. Dessa forma, as consequências ambientais decorrentes do consumo excessivo configuram-se como importantes ameaças ao equilíbrio dos ecossistemas terrestres (BASSI; LOPES, 2017).

Além dos problemas ambientais já conhecidos, novas formas de degradação vêm sendo continuamente identificadas, evidenciando que os efeitos do hiperconsumo não se restringem ao presente, mas também comprometem as condições ambientais das futuras gerações. Nesse sentido, as consequências ecológicas resultantes dos padrões atuais de consumo refletem tanto os comportamentos adotados no passado quanto aqueles que continuam sendo reproduzidos na atualidade, projetando seus efeitos para o futuro (BASSI; LOPES, 2017).

As consequências ecológicas inerentes à sociedade de consumo manifestam-se ao longo de todas as etapas do ciclo produtivo. Os impactos decorrentes da extração de recursos naturais, dos processos industriais, da emissão de poluentes, da geração de resíduos, das atividades de transporte e

distribuição, bem como das práticas de consumo e pós-consumo, contribuem para o rápido esgotamento dos recursos ambientais disponíveis. Diante desse cenário, amplia-se a preocupação com a possibilidade de que a continuidade desse modelo torne o planeta progressivamente menos apto à manutenção da vida de inúmeras espécies, incluindo a própria humanidade (SANTOS; VASCONCELOS, 2022).

O reconhecimento da gravidade desses impactos evidencia que o planeta possui limites ecológicos que não podem ser ignorados. A exploração contínua e intensiva dos recursos naturais, associada aos elevados níveis de consumo característicos da sociedade contemporânea, reforça a necessidade de revisão dos atuais modelos de desenvolvimento, tornando indispensável à adoção de padrões de consumo mais compatíveis com a capacidade de regeneração dos ecossistemas (DE TONI et al., 2010).

Nesse contexto, o consumo consciente passa a ser compreendido como uma alternativa destinada a reduzir os impactos negativos decorrentes do consumismo, promovendo formas de utilização dos recursos naturais que conciliem o atendimento das necessidades humanas com a preservação ambiental.

A construção dessa nova cultura de consumo pressupõe a adoção de comportamentos pautados pela responsabilidade socioambiental, capazes de minimizar os efeitos da degradação ambiental e contribuir para a sustentabilidade das gerações presentes e futuras (AMARAL; ARANTES; BERNARDES, 2020).

Consumo consciente: conceitos, fundamentos e evolução

O agravamento da crise ambiental e o aprofundamento das desigualdades sociais associados ao atual modelo de produção e consumo têm impulsionado, nas últimas décadas, uma crescente preocupação com a necessidade de estabelecer novas formas de interação entre sociedade, economia e meio ambiente. Nesse cenário, o conceito de consumo consciente passou a ocupar posição de destaque nas discussões relacionadas à sustentabilidade, sendo reconhecido como uma das principais estratégias para enfrentar os impactos negativos decorrentes do consumismo (LIMA et al., 2015).

A expressão consumo consciente adquiriu maior visibilidade, sobretudo a partir da década de 1990, período em que o debate acerca do desenvolvimento sustentável passou a incorporar, de maneira mais consistente, a responsabilidade dos consumidores na construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada e socialmente justa. Até esse momento, tais discussões encontravam-se predominantemente restritas ao meio acadêmico e aos movimentos sociais comprometidos com a defesa do meio ambiente e com a crítica aos padrões tradicionais de consumo (FONTENELLE, 2010).

De forma paralela, o conceito de consumo sustentável consolidou-se no cenário internacional com a divulgação da Agenda 21, documento elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992. Esse documento

estabeleceu diretrizes voltadas à compatibilização entre crescimento econômico e preservação ambiental, ressaltando a necessidade de promover mudanças nos padrões de produção e consumo, aperfeiçoar a gestão dos resíduos sólidos e fortalecer a responsabilidade socioambiental dos governos, das empresas e da sociedade (CAVALCANTI; JORGE, 2023).

A intensificação das preocupações relacionadas aos custos humanos, sociais e ambientais decorrentes do consumo excessivo contribuiu para fortalecer o entendimento de que os consumidores podem desempenhar papel relevante na mitigação desses impactos mediante a adoção de escolhas mais responsáveis. Paralelamente, o reconhecimento dos danos ambientais provocados pelos processos industriais, pela agropecuária intensiva, pela expansão urbana e pelas mudanças climáticas consolidou o consumo consciente como componente importante das estratégias voltadas à promoção do desenvolvimento sustentável (CARMONA; BACINELLO, 2019).

De modo geral, o consumo consciente pode ser definido como uma forma de consumir que considera não apenas a satisfação das necessidades individuais, mas também os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes das escolhas realizadas. Trata-se de um comportamento fundamentado na reflexão acerca das consequências relacionadas à aquisição, ao uso e ao descarte dos produtos, buscando reduzir os impactos negativos e ampliar os benefícios destinados à coletividade (LIMA et al., 2015).

Sob essa perspectiva, consumir conscientemente implica reconhecer que toda decisão de compra produz efeitos

que extrapolam os interesses individuais, influenciando diretamente a conservação dos recursos naturais, as condições de trabalho, a justiça social, a dinâmica econômica e a qualidade de vida das gerações atuais e futuras. Dessa forma, o consumo deixa de representar exclusivamente uma atividade de natureza econômica para assumir também uma dimensão ética e cidadã (LIMA et al., 2015).

O consumo consciente encontra seus fundamentos nos princípios do desenvolvimento sustentável, compreendido como aquele capaz de satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades. Nessa perspectiva, torna-se essencial que os indivíduos reconheçam que seus hábitos cotidianos exercem influência significativa sobre o equilíbrio ambiental, econômico e social (LIMA et al., 2015).

No cerne dessa concepção está a necessidade de promover transformações nos padrões individuais e coletivos de consumo, substituindo comportamentos marcados pelo desperdício por práticas orientadas pela racionalidade, pela responsabilidade e pela sustentabilidade (LIMA et al., 2015).

Sob outro enfoque, o consumo consciente pode ser compreendido como toda escolha de produtos ou serviços realizada com base em princípios relacionados à sustentabilidade ambiental, à justiça social, ao respeito aos direitos humanos, à responsabilidade corporativa e à consideração dos impactos associados à produção, à distribuição, à comercialização, ao uso e ao descarte dos bens de consumo. Essa postura pode envolver tanto a redução do

consumo quanto a preferência por produtos orgânicos, ecológicos, locais, oriundos do comércio justo ou produzidos sem práticas de crueldade contra os animais (FONTENELLE, 2010).

Nessa mesma linha de entendimento, o consumo consciente configura-se como um processo contínuo que se inicia antes da aquisição do produto e somente se encerra com seu descarte ambientalmente adequado. Nesse processo, o consumidor é levado a refletir sobre aspectos como a necessidade da compra, a escolha do produto, a origem da aquisição, a forma de consumo, o modo de utilização e a destinação final dos bens adquiridos. Assim, consumir conscientemente significa utilizar o consumo como instrumento de promoção do bem-estar individual e coletivo, e não como um objetivo em si mesmo (AKATU, 2019).

Pode-se afirmar, portanto, que o consumidor consciente é aquele que procura contribuir para a construção de uma sociedade melhor por meio das escolhas realizadas em seu cotidiano. Seja na condição de indivíduo, empresa, organização da sociedade civil ou governo, esse consumidor busca valorizar produtos, serviços e organizações comprometidos com a responsabilidade socioambiental, considerando simultaneamente critérios relacionados à qualidade, ao preço, à ética empresarial e aos impactos ambientais decorrentes da produção e do consumo (CAVALCANTI; JORGE, 2023).

Nos últimos anos, o conceito de consumo consciente tem adquirido crescente importância em razão da ampliação da percepção social acerca dos impactos ambientais

provocados pelas atividades humanas. Esse processo favorece a formação de consumidores mais informados, críticos e comprometidos com práticas de aquisição, utilização e descarte compatíveis com os princípios da sustentabilidade (AVELINO; SILVA; ALENCAR, 2024).

Além disso, observa-se o fortalecimento de uma tendência voltada ao desenvolvimento de comportamentos capazes de reduzir ou mesmo neutralizar os impactos socioambientais negativos decorrentes do consumo. Essa transformação resulta, em grande medida, da ampliação da consciência ambiental dos indivíduos, que passam a reconhecer sua responsabilidade na preservação dos recursos naturais e na construção de uma sociedade orientada pelos princípios da sustentabilidade (NASCIMENTO; CAMPOS; COSTA, 2021).

O comportamento do consumidor consciente

O consumo consciente não se restringe ao momento da compra, mas compreende um processo contínuo de tomada de decisões que envolve todas as etapas do ciclo de vida dos produtos e serviços. Sob essa perspectiva, o consumidor deixa de atuar como simples adquirente de mercadorias para assumir uma postura ativa, crítica e responsável diante das consequências econômicas, sociais e ambientais de seus hábitos de consumo (AKATU, 2019).

Essa mudança de comportamento pressupõe que cada decisão de consumo seja precedida por uma reflexão acerca de sua real necessidade, da origem do produto, das condições em

que foi produzido, dos impactos ambientais decorrentes de sua fabricação, da responsabilidade social da empresa fabricante e das possibilidades de reutilização, reciclagem ou descarte adequado após sua utilização (FONTENELLE, 2010).

O contexto do consumo consciente pode ser compreendido por meio de três grandes etapas interdependentes. A primeira corresponde ao pré-uso, fase em que ocorre a escolha dos produtos e serviços. Nessa etapa, o consumidor procura privilegiar produtos ambientalmente corretos, reciclados, recicláveis, orgânicos, livres de agrotóxicos ou produzidos segundo critérios de responsabilidade socioambiental, buscando alinhar suas escolhas aos princípios da sustentabilidade (RIBEIRO; VEIGA, 2011).

A segunda etapa corresponde ao uso propriamente dito dos produtos. Nessa fase, o comportamento consciente manifesta-se pela utilização racional dos bens adquiridos, evitando desperdícios, reduzindo o consumo de água, energia e matérias-primas, além de adotar práticas que prolonguem a vida útil dos produtos por meio de sua conservação, manutenção e utilização eficiente (RIBEIRO; VEIGA, 2011).

Por fim, a terceira etapa refere-se ao pós-uso, momento em que o consumidor se preocupa com a destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados. Nessa fase, destacam-se práticas como reutilização, reciclagem, coleta seletiva e descarte seguro dos materiais, reduzindo a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários e contribuindo para a economia circular (RIBEIRO; VEIGA, 2011).

Assim, o consumo consciente envolve muito mais do que a simples aquisição de produtos considerados sustentáveis. Trata-se de um conjunto de atitudes permanentes voltadas à racionalização do consumo, ao aproveitamento integral dos bens até o final de sua vida útil e à correta gestão dos resíduos produzidos (RIBEIRO; VEIGA, 2011).

Outro aspecto importante consiste na compreensão de que consumir conscientemente também significa consumir menos. Em diversas situações, a decisão mais sustentável não é substituir um produto por outro ambientalmente correto, mas simplesmente evitar uma compra desnecessária, reduzindo o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos (DE TONI et al., 2010).

Nessa perspectiva, o consumo consciente incorpora igualmente práticas de restrição, redução ou até mesmo renúncia ao consumo. Em diferentes partes do mundo, movimentos de resistência ao consumismo têm incentivado desde boicotes a empresas cujas práticas sejam incompatíveis com a responsabilidade socioambiental até iniciativas voltadas à reflexão crítica sobre os impactos do consumo cotidiano (GOMES; GORNI; DREHER, 2011).

No Brasil, observa-se predominância de formas menos radicais de resistência ao consumo, caracterizadas principalmente pelo incentivo à reflexão acerca das consequências ambientais e sociais das escolhas individuais, estimulando comportamentos mais responsáveis sem necessariamente defender a rejeição completa da sociedade de consumo (GOMES; GORNI; DREHER, 2011).

Diversos estudos demonstram que um dos principais elementos associados ao consumo consciente é a existência de fortes valores ambientais. À medida que aumenta a preocupação com a preservação dos recursos naturais, cresce também a tendência de os consumidores modificarem seus hábitos de compra, priorizando produtos e serviços cujos impactos ambientais sejam reduzidos (PINTO; BATINGA, 2016).

A ampliação do conhecimento ambiental constitui outro fator decisivo para o fortalecimento desse comportamento. Consumidores mais bem informados tendem a buscar informações sobre os impactos ambientais gerados ao longo do ciclo produtivo dos bens que pretendem adquirir, utilizando essas informações como critério relevante na tomada de decisão (AVELINO; SILVA; ALENCAR, 2024).

Esse processo de conscientização favorece o surgimento de um novo perfil de consumidor, caracterizado por maior senso crítico, responsabilidade social e preocupação com a sustentabilidade. Esse consumidor procura maximizar os efeitos positivos de suas escolhas e minimizar os impactos negativos de seu consumo, adotando comportamentos compatíveis com os princípios do desenvolvimento sustentável (SANTOS; VASCONCELOS, 2022).

Além disso, o comportamento consciente não beneficia apenas o meio ambiente. Ao refletir sobre suas necessidades reais, o indivíduo também reduz desperdícios, evita compras impulsivas, utiliza melhor seus recursos financeiros e desenvolve uma relação mais equilibrada com o consumo, compreendendo-o como instrumento de promoção

do bem-estar e não como finalidade da própria existência (AKATU, 2019).

Considerações Finais

O consumo, embora constitua uma prática inerente à condição humana e indispensável à satisfação das necessidades básicas, assumiu, ao longo do processo de desenvolvimento econômico e da consolidação da sociedade de consumo, características que ultrapassam sua finalidade original. A expansão dos modelos de produção em larga escala, o fortalecimento da lógica capitalista, a intensificação da publicidade, a globalização dos mercados e a incorporação de valores simbólicos ao ato de consumir contribuíram para transformar o consumo em um dos principais elementos estruturantes das relações sociais, econômicas e culturais da contemporaneidade. Como consequência, o consumismo passou a produzir impactos que extrapolam a esfera individual, alcançando dimensões ambientais, sociais e econômicas de grande relevância. Essas ideias sintetizam os principais eixos discutidos ao longo do capítulo.

A análise desenvolvida neste capítulo permitiu compreender que o consumo consciente representa uma resposta às limitações do modelo de desenvolvimento baseado na exploração intensiva dos recursos naturais e na expansão contínua do consumo. Mais do que uma simples mudança nos hábitos de compra, esse conceito pressupõe uma postura ética e responsável diante das consequências decorrentes da aquisição, da utilização e do descarte de bens e serviços.

Nessa perspectiva, as escolhas individuais deixam de atender exclusivamente aos interesses particulares para incorporar preocupações relacionadas à preservação ambiental, à justiça social, à utilização racional dos recursos naturais e ao bem-estar das gerações presentes e futuras, reafirmando a estreita relação entre consumo, cidadania e sustentabilidade.

Também se evidenciou que a consolidação de uma cultura de consumo consciente encontra obstáculos significativos. Fatores como a dinâmica do crescimento econômico, as estratégias de marketing e publicidade, a pressão exercida pelos grupos sociais, a obsolescência planejada e perceptiva, bem como aspectos culturais, econômicos e psicológicos, continuam favorecendo a manutenção de padrões elevados de consumo. Tal realidade demonstra que a transformação dos hábitos individuais, embora necessária, mostra-se insuficiente quando desvinculada de mudanças mais amplas nas estruturas econômicas, nas práticas empresariais, nas políticas públicas e nos valores que sustentam a sociedade contemporânea.

Nesse contexto, a educação ambiental destaca-se como um dos mais importantes instrumentos para a construção de uma sociedade orientada pelos princípios da sustentabilidade. Ao favorecer o desenvolvimento de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes voltados ao uso responsável dos recursos naturais, a educação amplia a capacidade crítica dos indivíduos e fortalece sua participação na construção de padrões de consumo mais responsáveis. Além do ambiente escolar, esse processo depende igualmente

da circulação de informações qualificadas, da ampliação da participação social, do fortalecimento das práticas de reciclagem e coleta seletiva e do envolvimento permanente dos diferentes segmentos da sociedade na promoção da sustentabilidade.

Conclui-se, portanto, que a promoção do consumo consciente constitui um processo permanente de transformação social, cujo êxito depende da atuação integrada de consumidores, empresas, instituições de ensino, organizações da sociedade civil e poder público. A construção de padrões de produção e consumo compatíveis com os limites ecológicos do planeta exige mudanças que transcendem as decisões individuais, envolvendo a adoção de políticas públicas, práticas empresariais responsáveis e processos contínuos de educação para a cidadania ambiental. Em resumo, o consumo consciente consolida-se como um dos pilares fundamentais para a construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa, reafirmando seu papel estratégico na promoção do desenvolvimento sustentável.

Referências

AKATU. Consumo consciente para um futuro sustentável. São Paulo: Instituto Akatu, 2019. Disponível em: https://akatu.org.br/. Acesso em: 25 jun. 2026.

AMARAL, Leandra de Lourdes Rezende; ARANTES, Gabriel Gonçalves; BERNARDES, Maria Beatriz Junqueira. Consumo consciente por meio da educação ambiental na escola. **Revista Ensino de Geografia**, v. 3, n. 1, p. 45-57, 2020.

AVELINO, Fernanda Monaliza de Medeiros; SILVA, Geymeesson Brito da; ALENCAR, Letícia. Consumo consciente e intenção de compra em brechós: estudo com consumidores em João Pessoa – Paraíba. ***Revista Semiárido de Visu***, v. 12, n. 3, p. 1493-1509, 2024.

BASSI, Maria Carolina Poholink Cabral; LOPES, Cláudia Cristina. A sociedade do consumo e suas consequências socioambientais. **Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC 2016-2017**, p. 100-125.

CAMARGO, Janielly Carvalho; VELHO, Luiz Felipe Machado. Reflexões sobre o consumo sustentável. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 29, v. 29, jul-dez., 2012.

CARMONA, Linda Jessica de Montreuil; BACINELLO, Edilson. Sustentabilidade e consumo consciente: ação individual ou contextual. **UFAM Business Review**, v. 1, n. 2, p. 89-107, jul.-dez., 2019.

CAVALCANTI, Denize Coelho; JORGE, Letícia Morse Gosson. **Consumo sustentável**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2023.

CORTEZ, Ana Tereza Caceres. Consumo e desperdício: as duas faces das desigualdades. In: CORTEZ, Ana Tereza Caceres; ORTIGOZA, Silvia Aparecida Guarnieri (org.). **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

COSTA, Daniela Viegas da; TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Sousa. Desenvolvimento sustentável, consumo e cidadania: um estudo sobre a (des)articulação da comunicação de organizações da sociedade civil, do Estado e das empresas. ***Revista de Administração Mackenzie***, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 114-145, maio/jun. 2011.

DE TONI, Deonir; MILAN, Gabriel Sperandio; LARENTIS, Fabiano; MATTIA, Adilene Alvares. A percepção em torno do conceito de consumo consciente. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos-SP, 12 a 15 de outubro de 2010. **Anais**...

FONTENELLE, Isleide Arruda. O fetiche do eu autônomo: consumo responsável, excesso e redenção como mercadoria. ***Psicologia & Sociedade***, v. 22, n. 2, p. 215-224, 2010.

GOMES, Giancarlo; GORNI, Pedro Manoel; DREHER, Marialva Tomio. Consumo sustentável e o comportamento de universitários: discurso e práxis! ***Revista Eletrônica de Ciência Administrativa***, v. 10, n. 2, p. 80-92, jul.-dez. 2011.

KANAN, Lilia Aparecida. Consumo sustentável & economia solidária: alguns conceitos e contribuições da Psicologia. ***Fractal: Revista de Psicologia***, v. 23, n. 3, p. 607-624, set./dez. 2011.

LIMA, Pedro Henrique de Goés; FERREIRA, Tarciana Cardoso; BEZERRA, Yulianne Maria de Siqueira; FEITOSA, Maria José da Silva; GÓMEZ, Carla Regina Pasa. Consumo consciente: um estudo com estudantes do curso de Administração da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica Serra Talhada. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE**, v. 6, n. 2, p. 97-108, 2015.

NASCIMENTO, Ana Clara Lira do; CAMPOS, Patrícia de Oliveira; COSTA, Marconi Freitas da. Influência do foco regulatório crônico e consciência ecológica no consumo consciente de água. ***Revista de Administração IMED***, v. 11, n. 1, 2021.

PINTO, Marcelo de Rezende; BATINGA, Georgiana Luna. O consumo Consciente no Contexto do Consumismo Moderno: Algumas Reflexões. **Revista Gestão Organizacional**, v. 14, Edição Especial, p 30-43, 2016.

RIBEIRO, Juliana de Andrade; VEIGA, Ricardo Teixeira. Proposição de uma escala de consumo sustentável. ***Revista de Administração***, v. 46, n. 1, p. 45-60, jan.-mar. 2011.

SANTOS, Suley Xavier dos; VASCONCELOS, Cesar Ricardo Maia de. Atitudes de consumo consciente: análise entre acadêmicos com titularidades distintas. ***RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar***, v. 3, n. 8, e381757, 2022.

TELOCKEN, Suelen Geíse; GARLET, Valéria; FAVARIN, Rodrigo; MADRUGA, Lúcia Rejane; TREVISAN, Marcelo. O consumo consciente entre os alunos de administração de uma universidade federal brasileira sob a ótica da educação para a sustentabilidade. **Gestão e Desenvolvimento**, v. 14, n. 1, p. 100-112, 2017.

Tecnologias verdes e inovação ambiental: caminhos para a sustentabilidade

José Ozildo dos Santos
Diuary de Mélo Santos
Jefferson Carneiro Barros
Adriana do Carmo Menezes Echeverri
Leonardo Souza do Prado Júnior
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Jonas Lima e Silva
Ítalo Silva Fernandes
Elaine da Silva Pereira
Gilmara Henriques Araújo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho

Conceitos, fundamentos e evolução das tecnologias verdes

As tecnologias verdes e a inovação ambiental têm assumido papel central na construção de modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, especialmente diante da intensificação dos problemas ambientais globais e da necessidade de reduzir os impactos negativos das atividades humanas sobre os ecossistemas. Nesse contexto, o avanço

científico e tecnológico tem possibilitado a criação de soluções voltadas à eficiência no uso dos recursos naturais, à redução da poluição, à diminuição das emissões de gases de efeito estufa e ao aproveitamento racional da energia. As chamadas tecnologias verdes abrangem um conjunto diversificado de inovações, como energias renováveis, sistemas de tratamento e reuso da água, materiais biodegradáveis, agricultura de precisão, mobilidade elétrica e processos industriais mais limpos, configurando-se como instrumentos estratégicos para a transição rumo a uma economia de baixo carbono.

A inovação ambiental, por sua vez, vai além da adoção de novas tecnologias, envolvendo também mudanças organizacionais, institucionais e comportamentais que favorecem a sustentabilidade. Isso inclui o desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao incentivo de práticas sustentáveis, o fortalecimento de parcerias entre setor público, privado e comunidade científica, bem como a incorporação de critérios ambientais nos processos de produção e consumo.

Nesse cenário, destaca-se a importância da pesquisa e desenvolvimento (P&D) como motores da inovação, possibilitando a criação de soluções mais eficientes e acessíveis para os desafios ambientais contemporâneos. Assim, as tecnologias verdes e a inovação ambiental configuram-se como caminhos indispensáveis para promover um equilíbrio entre crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental, contribuindo para a construção de uma sociedade mais resiliente e sustentável.

A Tecnologia Verde, também denominada tecnologia ambiental ou ecotecnologia, corresponde a um conjunto de

inovações, métodos e práticas desenvolvidos com o propósito de reduzir os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas. Seu campo de aplicação é bastante diversificado, abrangendo áreas como energias renováveis, gestão de resíduos, processos produtivos ambientalmente responsáveis, eficiência energética e sistemas voltados ao uso racional e à gestão eficiente dos recursos naturais.

Em razão dessas características, a Tecnologia Verde constitui um importante instrumento para a promoção da sustentabilidade ambiental, favorecendo a adoção de práticas capazes de conciliar desenvolvimento econômico e conservação dos recursos naturais (LARGURA, 2024).

Embora os termos Tecnologia Verde e tecnologias sustentáveis sejam frequentemente utilizados como sinônimos, eles não possuem o mesmo significado. As tecnologias sustentáveis constituem um conceito mais abrangente, compreendendo o conjunto de tecnologias, processos, produtos e sistemas concebidos para promover o desenvolvimento sustentável mediante a integração das dimensões ambiental, econômica e social.

Essas tecnologias buscam ampliar a eficiência na utilização dos recursos naturais, minimizar os impactos ambientais, estimular a inclusão social, melhorar a qualidade de vida e promover o crescimento econômico de forma responsável. Em contrapartida, a Tecnologia Verde (Green Technology) corresponde ao conjunto de tecnologias especificamente direcionadas à proteção do meio ambiente, à redução da poluição, à mitigação das mudanças climáticas e à conservação dos recursos naturais.

Embora sua utilização também produza benefícios econômicos e sociais, sua finalidade principal concentra-se na dimensão ambiental da sustentabilidade. Assim, pode-se afirmar que a Tecnologia Verde constitui uma categoria específica das tecnologias sustentáveis, caracterizada por sua prioridade na proteção ambiental (VIEIRA, 2024).

As tecnologias verdes desempenham papel estratégico na busca por soluções sustentáveis para as organizações, contribuindo para a redução dos impactos ambientais das atividades produtivas e para a construção de modelos de desenvolvimento mais equilibrados. Além dos benefícios ambientais, sua utilização favorece a inovação, amplia a competitividade das empresas e fortalece sua capacidade de responder às exigências de um mercado cada vez mais orientado pelos princípios da sustentabilidade.

Nesse contexto, destaca-se a importância da aplicação dessas tecnologias em diferentes setores econômicos, bem como da cooperação entre organizações, instituições de pesquisa e demais atores envolvidos no desenvolvimento de soluções voltadas à sustentabilidade (LARGURA, 2024).

A busca pela implementação de tecnologias verdes está diretamente associada à construção de vantagens competitivas nas organizações. A vantagem competitiva representa um fator determinante para o sucesso empresarial, uma vez que contribui para o fortalecimento da imagem institucional e para a maximização dos resultados econômicos. Organizações que investem na satisfação dos clientes, na capacitação de seus colaboradores, na gestão eficiente de custos e da qualidade, na manufatura enxuta e na melhoria

contínua tendem a consolidar diferenciais competitivos sustentáveis.

Da mesma forma, a atuação integrada com os parceiros da cadeia de suprimentos permite o cumprimento das normas ambientais, a redução dos impactos ambientais e o alcance coletivo de objetivos relacionados à sustentabilidade, fortalecendo a competitividade das empresas em um mercado global cada vez mais exigente (LARGURA, 2024).

O funcionamento de determinadas tecnologias verdes fundamenta-se na utilização de microrganismos benéficos capazes de utilizar substâncias poluentes como fonte de alimento, favorecendo processos naturais de descontaminação ambiental. Esse mecanismo permite que as raízes das plantas permaneçam em contato direto com a água, criando condições adequadas para o abrigo de peixes e de outras formas de vida aquática.

Como resultado, ocorre a decomposição natural da poluição sem a utilização de produtos químicos, proporcionando benefícios relacionados à melhoria da paisagem, à redução de odores desagradáveis, ao aumento da oxigenação da água e à ampliação das possibilidades de contato e utilização desses ambientes pelo ser humano (OLIVEIRA et al., 2024).

A importância das tecnologias verdes para o desenvolvimento sustentável torna-se ainda mais evidente diante da atual crise ambiental enfrentada em escala global. Os impactos decorrentes da degradação ambiental comprometem não apenas os ecossistemas naturais, mas também as condições de vida das gerações presentes e futuras.

Na realidade, o consumo excessivo dos recursos naturais necessita ser desacelerado, tornando indispensável a adoção de práticas sustentáveis e o compartilhamento da responsabilidade pela preservação ambiental entre governos, organizações e sociedade. Dessa forma, as tecnologias verdes não podem ser tratadas com descaso, pois constituem instrumentos fundamentais para a mitigação dos problemas ambientais contemporâneos (OLIVEIRA et al., 2024).

Diversas experiências internacionais demonstram o potencial das tecnologias verdes para promover o desenvolvimento sustentável. Um exemplo é o investimento realizado pela Alemanha em parques eólicos, cuja utilização, além de reduzir os custos de produção de energia, apresenta compatibilidade com outras atividades desenvolvidas no mesmo espaço, como a agricultura e a pecuária.

Entre os benefícios decorrentes dessa iniciativa destacam-se a geração de empregos, o estímulo aos investimentos em regiões menos favorecidas, a redução da dependência de combustíveis fósseis e das importações de energia, bem como a diminuição das emissões de dióxido de carbono. Outro exemplo relevante é o caso de Israel, que desenvolveu um amplo sistema de dessalinização das águas do Mar Mediterrâneo destinado ao abastecimento da agricultura, da indústria e do consumo residencial.

Esse processo é complementado pela utilização de fontes limpas de energia, especialmente a energia solar e a geração hidrelétrica associada ao sistema de transposição, permitindo que mais da metade da água utilizada pelos setores residencial, agrícola e industrial seja atualmente

produzida de forma artificial. Esses casos evidenciam o elevado potencial das tecnologias verdes para conciliar inovação, eficiência econômica e preservação ambiental (OLIVEIRA et al., 2024).

Crise ambiental e inovação tecnológica

A sociedade contemporânea enfrenta uma grave crise socioambiental, marcada pela intensificação dos impactos decorrentes da destruição de florestas, da poluição dos rios e mares, da mineração, da agricultura, da exploração florestal, da produção de energia, dos transportes, das construções civis, do crescimento populacional e da expansão das áreas urbanas sobre os espaços naturais.

Somam-se a esses fatores as atividades desenvolvidas pelas indústrias químicas e metalúrgicas, que contribuem para o comprometimento da biodiversidade, da integridade dos ecossistemas e da disponibilidade dos recursos naturais. Esse cenário evidencia a necessidade de repensar os padrões de comportamento humano e as formas de interação da sociedade com o meio ambiente, diante de um quadro de degradação ambiental sem precedentes (SALGADO; FRANCHI, 2023).

A crescente preocupação com os problemas ambientais tem impulsionado a busca por alternativas capazes de conciliar desenvolvimento e preservação ambiental. Nesse contexto, a formulação de ações e programas voltados à mitigação da degradação ambiental e à redução dos riscos associados à escassez de recursos naturais passou a ocupar

posição de destaque nas agendas ambientais em âmbito nacional e internacional. Como resultado desse movimento, a procura por soluções inovadoras voltadas ao desenvolvimento sustentável tornou-se cada vez mais relevante (SEVERO; GUIMARÃES, 2021).

As discussões sobre as questões ambientais assumiram progressivamente maior protagonismo nos cenários nacional e internacional, estimulando a difusão de modelos de preservação, inovação e desenvolvimento sustentável.

Como resultado dessas discussões, diversos países passaram a formular e implementar políticas socioambientais fundamentadas na adoção das chamadas tecnologias verdes ou tecnologias limpas, vinculadas ao conceito de Environmentally Sound Technologies (Tecnologias Ambientalmente Saudáveis). A origem desse conceito remonta à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como ECO-92 (SALGADO; FRANCHI, 2023).

Na ECO-92, a Agenda 21 foi estabelecida como um importante documento orientador do desenvolvimento tecnológico e econômico sustentável, além de consolidar o conceito de Tecnologias Ambientalmente Saudáveis. Posteriormente, diversos países, entre eles o Brasil, aderiram à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.

Duas décadas após a ECO-92, durante a Conferência Rio+20, o conceito de economia verde ganhou maior visibilidade, enfatizando a necessidade de promover uma

transição para modelos de desenvolvimento sustentável voltados à erradicação da pobreza e fundamentados na governança ambiental. Esse processo reforçou a importância da utilização racional dos recursos naturais e da construção de instrumentos jurídicos capazes de refletir valores associados à sustentabilidade socioambiental e às tecnologias produtivas e sociais (MAIA et al., 2022).

Nesse cenário, a inovação passou a ser compreendida como uma importante estratégia para a promoção da sustentabilidade ambiental, baseada na articulação entre crescimento econômico e gestão adequada dos recursos naturais. A inovação caracteriza-se como um fenômeno complexo e sistêmico, relacionado ao conjunto de instituições e organizações responsáveis pela criação, desenvolvimento e adoção de soluções inovadoras.

No âmbito tecnológico, a inovação compreende a introdução de produtos e processos tecnologicamente novos, bem como a implementação de melhorias significativas em produtos e processos já existentes. Dessa forma, a inovação tecnológica pode manifestar-se por meio da introdução de novos produtos no mercado ou da incorporação de novos processos aos sistemas produtivos (SALGADO; FRANCHI, 2023).

Os processos de inovação mantêm estreita relação com a geração de conhecimento, uma vez que possibilitam o desenvolvimento de novos produtos, serviços, processos e projetos organizacionais voltados à sustentabilidade. Esses processos envolvem desde a concepção e o desenvolvimento

de uma inovação até sua introdução no mercado, distribuição e utilização final.

À medida que a temática da inovação se consolida, especialmente no contexto do desenvolvimento de novas tecnologias, amplia-se também sua relevância para o crescimento econômico, para o fortalecimento da competitividade e para a modernização dos sistemas produtivos (WEYERMÜLLER; FERNANDES; QUILIM, 2021).

O desenvolvimento tecnológico sustentável refere-se à criação de tecnologias destinadas a atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias demandas. Nesse sentido, as tecnologias voltadas ao desenvolvimento sustentável devem ser avaliadas considerando-se critérios econômicos, sociais e ambientais ao longo de todo o seu ciclo de desenvolvimento, desde a formulação das estratégias tecnológicas até sua implementação.

Tal abordagem contribui para a redução dos riscos associados aos processos de produção e desenvolvimento, ao mesmo tempo em que favorece a geração de oportunidades de negócios sustentáveis em curto, médio e longo prazos (CORRÊA et al., 2010).

A necessidade de proteção do meio ambiente exige a criação e o aperfeiçoamento contínuo de mecanismos de tutela fundamentados na inovação. Esse processo demanda novas formulações e perspectivas capazes de promover uma aproximação mais eficiente entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

Assim, torna-se necessário construir alternativas aos modelos tradicionais de gestão ambiental, bem como criar mecanismos de incentivo capazes de ampliar o desenvolvimento e a difusão de tecnologias ambientalmente relevantes (MENEZES; SANTOS; BORTOLI, 2016).

É nesse contexto que emerge o conceito de tecnologia verde. A noção de "verde", aplicada à inovação e à tecnologia, está associada a práticas ambientalmente responsáveis, abrangendo tecnologias, produtos e serviços destinados à redução dos riscos ambientais, da poluição e do consumo de recursos naturais. Dessa forma, as tecnologias verdes configuram-se como instrumentos voltados à promoção de padrões produtivos mais compatíveis com os princípios da sustentabilidade (SALGADO; FRANCHI, 2023).

Para que as tecnologias destinadas à proteção e à promoção do meio ambiente sejam efetivamente eficazes, é indispensável que estejam associadas à inovação. O caráter inovador dessas tecnologias possibilita que a capacidade criativa dos diferentes atores sociais seja aplicada à formulação de soluções para problemas ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos.

Nesse contexto, as patentes verdes assumem papel relevante como instrumentos de estímulo ao desenvolvimento de inovações passíveis de proteção intelectual, atuando como importantes mecanismos de articulação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental (WEYERMÜLLER; FERNANDES; QUILIM, 2021).

Paralelamente, o crescimento das preocupações globais relacionadas às questões ambientais, sociais e de

governança (ESG) vem promovendo mudanças significativas nas estratégias organizacionais. As crescentes exigências de consumidores, investidores, órgãos reguladores e demais stakeholders têm levado as organizações a reavaliar seus modelos de negócio e a incorporar princípios de sustentabilidade em seus processos decisórios.

Por outro lado, a capacidade de conciliar desempenho econômico e responsabilidade socioambiental passou a representar um requisito fundamental para a competitividade e para a sustentabilidade das organizações (ORZECHOWSKI, 2025).

Em síntese, as tecnologias verdes destacam-se como instrumentos estratégicos fundamentais nesse processo, uma vez que oferecem soluções inovadoras capazes de reduzir impactos ambientais, aumentar a eficiência operacional e contribuir para a obtenção de resultados econômicos.

Sua adoção permite que as organizações atendam às demandas regulatórias e mercadológicas associadas à sustentabilidade, ao mesmo tempo em que fortalecem sua reputação institucional, ampliam sua capacidade competitiva e promovem a geração de valor sustentável (WEYERMÜLLER; FERNANDES; QUILIM, 2021).

A adoção das tecnologias verdes: perspectivas e limitações

A sustentabilidade consolidou-se como um dos principais eixos estratégicos das organizações contemporâneas, em razão da intensificação das pressões socioambientais e do

aumento das exigências formuladas por consumidores, investidores, órgãos reguladores e demais partes interessadas.

Diante desta realidade, as organizações passaram a incorporar a sustentabilidade em seus modelos de gestão de maneira estruturada, compreendendo-a como um elemento indispensável para a manutenção da competitividade e da legitimidade institucional.

As tecnologias verdes, também denominadas tecnologias ambientais, assumem posição central nesse processo de transformação, uma vez que abrangem um conjunto de inovações voltadas à mitigação dos impactos ambientais das atividades humanas.

Essas tecnologias compreendem soluções relacionadas à eficiência energética, à redução das emissões de poluentes, à gestão inteligente de resíduos, ao uso racional dos recursos naturais e ao aproveitamento de fontes renováveis de energia. Além de reduzirem as externalidades ambientais negativas, contribuem para o fortalecimento da eficiência operacional, da reputação corporativa e da competitividade das organizações (ORZECHOWSKI, 2025).

As tecnologias verdes vêm desempenhando papel estratégico no enfrentamento dos desafios ambientais e sociais da contemporaneidade. Sua utilização favorece a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas, promove o uso eficiente dos recursos naturais e estimula a incorporação de práticas sustentáveis em diversos setores econômicos.

Atualmente, essas tecnologias encontram aplicação em segmentos como energia, agricultura, transportes e

construção civil, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Dessa forma, constituem instrumentos essenciais para compatibilizar desenvolvimento econômico, inovação tecnológica e responsabilidade socioambiental (FIGUEREDO JÚNIOR et al., 2026).

Estudos recentes evidenciam que a adoção de tecnologias verdes, abrangendo inovações organizacionais, produtivas e mercadológicas, exerce influência positiva sobre o desempenho ambiental, social e financeiro das empresas.

Em consequência, sua implementação tem se consolidado como uma prioridade estratégica para organizações que buscam harmonizar crescimento econômico sustentável e responsabilidade ambiental corporativa. Em um ambiente de negócios caracterizado por consumidores mais conscientes e mercados cada vez mais exigentes, a segurança ambiental passou a representar um dos atributos mais valorizados, refletindo profundas mudanças nas expectativas da sociedade.

Nesse cenário, torna-se indispensável que as empresas alinhem suas operações às demandas por sustentabilidade, preservando, simultaneamente, sua eficiência operacional e sua capacidade de geração de resultados econômicos (ORZECHOWSKI, 2025).

Nesse processo de transformação, organizações de diferentes portes e segmentos econômicos vêm assumindo o desafio de conciliar o uso responsável dos recursos naturais com a necessidade de alcançar elevados níveis de desempenho financeiro. Esse equilíbrio exige uma gestão estratégica capaz

de integrar objetivos econômicos, ambientais e sociais ao processo decisório, fortalecendo práticas de responsabilidade socioambiental.

Em razão disso, a sustentabilidade deixou de representar apenas um compromisso institucional para tornar-se um importante diferencial competitivo, contribuindo para o fortalecimento da imagem corporativa, para a geração de valor e para o desenvolvimento sustentável das organizações em um contexto econômico cada vez mais globalizado (ORZECHOWSKI, 2025).

Sob essa perspectiva, a adoção de tecnologias verdes ultrapassa a lógica do simples cumprimento das exigências legais e regulatórias, devendo ser compreendida como um instrumento de criação de valor compartilhado.

A sustentabilidade deixa de ser percebida como um fator gerador de custos adicionais e passa a constituir uma importante fonte de inovação estratégica, favorecendo a diferenciação competitiva, a redução de riscos operacionais, o fortalecimento da governança corporativa e o aumento da atratividade das organizações perante investidores, consumidores e demais stakeholders.

Dessa maneira, as tecnologias verdes tornam-se elementos fundamentais para a construção de vantagens competitivas sustentáveis e para o fortalecimento da posição das empresas em mercados crescentemente orientados por critérios ambientais, sociais e de governança (ORZECHOWSKI, 2025).

Embora os benefícios das tecnologias verdes sejam amplamente reconhecidos, sua implementação em larga escala

ainda enfrenta importantes limitações. Entre os principais desafios destacam-se os elevados investimentos iniciais necessários à implantação dessas soluções, a complexidade da adaptação dos processos organizacionais, a insuficiência de competências técnicas especializadas e as incertezas relacionadas ao retorno financeiro no curto prazo.

Esses obstáculos, frequentemente associados à resistência às mudanças, à aversão ao risco e à ausência de planejamento estratégico de longo prazo, dificultam a incorporação dessas tecnologias no ambiente corporativo, retardando a transição das organizações para modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, especialmente no âmbito das práticas relacionadas à governança ESG (ORZECHOWSKI, 2025).

O desenvolvimento, o aperfeiçoamento e a difusão das tecnologias verdes dependem da atuação integrada de diferentes atores institucionais, especialmente governo, empresas e instituições de ensino e pesquisa, conforme estabelece o modelo da Hélice Tríplice.

A cooperação entre esses agentes favorece a produção do conhecimento científico, sua transformação em inovação tecnológica e sua incorporação pelo setor produtivo, fortalecendo os ecossistemas de inovação e ampliando a capacidade das organizações de responder aos desafios impostos pela sustentabilidade.

No setor agropecuário, por exemplo, tecnologias como a agricultura de precisão, os sistemas inteligentes de irrigação e a utilização de biofertilizantes têm contribuído significativamente para o aumento da produtividade, ao

mesmo tempo em que reduzem o consumo de insumos, preservam os recursos naturais e minimizam os impactos ambientais decorrentes da atividade agrícola (FIGUEREDO JÚNIOR et al., 2026).

Apesar dos avanços observados na produção de tecnologias verdes, sua ampla disseminação depende da capacidade das instituições de pesquisa em promover processos eficientes de transferência de tecnologia.

Esse processo compreende a circulação sistemática de conhecimentos, métodos, competências e tecnologias entre universidades, centros de pesquisa, empresas e demais organizações, constituindo um elemento essencial para o fortalecimento da inovação e para o desenvolvimento socioeconômico.

No contexto brasileiro, entretanto, ainda persistem desafios relacionados à articulação entre as instituições científicas e o setor produtivo, à adoção das inovações pelas empresas e à operacionalização dos mecanismos de transferência tecnológica, especialmente em regiões que apresentam menor densidade tecnológica e reduzida integração entre os diferentes atores do sistema nacional de inovação (FIGUEREDO JÚNIOR et al., 2026).

Embora não exista um modelo único para a implementação das tecnologias verdes nas organizações, sua adoção pode ser conduzida por meio de diretrizes e instrumentos capazes de estruturar sistemas produtivos ambientalmente responsáveis.

Entre essas estratégias destaca-se a obtenção de certificações ambientais, que funcionam como mecanismos de

orientação e reconhecimento das boas práticas de gestão ambiental. Nesse contexto, normas internacionais como a ISO 14001 e a ISO 14004, bem como certificações e selos como Selo Verde, PROCEL, Energy Star e Green IT Citizen, constituem importantes instrumentos para promover a melhoria contínua do desempenho ambiental, fortalecer a credibilidade institucional e demonstrar o compromisso das organizações com a sustentabilidade (MANUQUIAN, 2023).

A adoção das tecnologias verdes produz benefícios que extrapolam a dimensão ambiental, alcançando importantes resultados no âmbito da gestão organizacional. Além de contribuir para a preservação dos recursos naturais e para a redução dos impactos ambientais, essas tecnologias favorecem o aumento da eficiência operacional, a otimização dos processos produtivos, a racionalização do consumo de energia, água e matérias-primas e a redução dos custos operacionais.

Paralelamente, fortalecem a imagem institucional das organizações, ampliam sua credibilidade perante consumidores, investidores e parceiros comerciais e contribuem para a construção de vantagens competitivas sustentáveis em mercados cada vez mais exigentes quanto ao desempenho ambiental das empresas (LARGURA, 2024).

Os resultados proporcionados pelas tecnologias verdes podem ser observados em diferentes setores econômicos. No segmento hoteleiro, por exemplo, sua adoção tem se mostrado altamente eficiente tanto na promoção da sustentabilidade quanto na obtenção de vantagens competitivas.

Entre as iniciativas mais difundidas destaca-se a instalação de sistemas fotovoltaicos destinados ao aproveitamento da energia solar, solução que oferece benefícios expressivos, como a ausência de emissão de poluentes durante sua operação, reduzidos custos de manutenção, elevada durabilidade dos equipamentos e significativa viabilidade econômica em regiões com elevados índices de incidência solar.

Além de reduzir despesas operacionais, tais investimentos fortalecem o compromisso ambiental das organizações e agregam valor aos serviços oferecidos aos clientes (LARGURA, 2024).

Em uma perspectiva mais ampla, as tecnologias verdes desempenham papel essencial na redução ou eliminação de poluentes, efluentes e resíduos ao longo de todas as etapas do ciclo produtivo, abrangendo os processos de produção, embalagem, distribuição e consumo.

Essas tecnologias também favorecem a modernização das estruturas logísticas, por meio da otimização das rotas de transporte, da redução do consumo de combustíveis e do fortalecimento dos chamados mercados verdes.

Associadas à implementação de processos produtivos mais limpos, ao uso eficiente dos recursos naturais, à redução das emissões atmosféricas e à diminuição do consumo de matérias-primas, contribuem para minimizar os impactos ambientais, reduzir custos operacionais e ampliar a competitividade das organizações, consolidando modelos de produção compatíveis com os princípios do desenvolvimento sustentável (LARGURA, 2024).

A adoção estratégica das tecnologias verdes pode produzir impactos profundos no desempenho das organizações, ao integrar objetivos econômicos, ambientais e sociais em um mesmo modelo de gestão.

Além de contribuir para a preservação do meio ambiente mediante a redução dos impactos decorrentes das atividades produtivas, essas tecnologias promovem maior eficiência operacional, racionalizam a utilização de recursos naturais e energéticos e favorecem a diminuição dos custos de produção.

Paralelamente, as tecnologias verdes fortalecem a reputação institucional das empresas, ampliam a confiança de consumidores, investidores e demais stakeholders e contribuem para a construção de uma imagem corporativa comprometida com a sustentabilidade.

Nesse contexto, a conformidade com a legislação ambiental e a capacidade de atender às expectativas de um consumidor cada vez mais consciente tornam-se fatores decisivos para o sucesso organizacional na atualidade (VEIGA NETO et al., 2014).

Entretanto, a implementação das tecnologias verdes ainda apresenta desafios significativos para as organizações. Entre os principais obstáculos destacam-se os elevados custos iniciais de implantação, a insuficiência de profissionais qualificados para conduzir os processos de inovação, a necessidade de adaptação das estruturas organizacionais e a resistência cultural às mudanças.

Soma-se a esses fatores a dificuldade de mensuração dos benefícios financeiros em curto prazo, aspecto que, muitas

vezes, compromete a tomada de decisões voltadas à adoção dessas tecnologias. Diante desse cenário, torna-se imprescindível que as organizações realizem avaliações criteriosas acerca das oportunidades e dos riscos envolvidos, desenvolvendo estratégias consistentes que possibilitem uma implementação gradual, planejada e compatível com seus objetivos de longo prazo (LARGURA, 2024).

A consolidação de uma economia orientada pelos princípios da sustentabilidade requer, igualmente, a implementação de políticas públicas capazes de estimular a pesquisa, a inovação e o desenvolvimento tecnológico.

Para tanto, torna-se necessária a formulação de um planejamento abrangente e de longo prazo, fundamentado em uma política industrial moderna, apoiada por metas realistas e pela previsibilidade dos investimentos destinados à ciência, à tecnologia e à inovação.

A adoção dessa estratégia contribuirá para ampliar a competitividade das empresas brasileiras no cenário internacional, fortalecer a capacidade nacional de inovação e assegurar que o crescimento econômico ocorra em consonância com a preservação ambiental e com os princípios do desenvolvimento sustentável (VEIGA NETO et al., 2014).

A incorporação das tecnologias verdes não apenas favorece a promoção da sustentabilidade, mas também proporciona às organizações um conjunto expressivo de vantagens competitivas.

A redução dos custos operacionais decorrente da utilização mais eficiente de recursos naturais e energéticos pode favorecer estratégias de liderança em custos, enquanto o

atendimento às demandas de consumidores que valorizam produtos e serviços sustentáveis possibilita a exploração de segmentos específicos do mercado.

Além disso, essas tecnologias estimulam a inovação, fortalecem a proteção da propriedade intelectual, incentivam a cooperação entre os integrantes da cadeia de suprimentos e ampliam a credibilidade institucional das empresas. Como consequência, tornam-se instrumentos estratégicos para o fortalecimento da imagem corporativa e para a diferenciação competitiva em mercados cada vez mais orientados pelos princípios da sustentabilidade (LARGURA, 2024).

A crescente atratividade das tecnologias verdes para o setor empresarial está diretamente relacionada à sua capacidade de conciliar eficiência operacional, redução de custos e responsabilidade ambiental. Em razão dessas características, inúmeras organizações vêm investindo em soluções inovadoras destinadas ao enfrentamento de problemas ambientais contemporâneos.

Entre esses exemplos destaca-se o desenvolvimento, por uma empresa escocesa, de ilhas artificiais ecológicas modulares destinadas a acelerar os processos naturais de recuperação de rios e outros ecossistemas aquáticos, contribuindo para a preservação da água potável e para a recuperação ambiental. Esse caso evidencia que a inovação tecnológica pode oferecer soluções ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente relevantes, demonstrando o potencial das tecnologias verdes como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA et al., 2024).

Considerações Finais

As discussões desenvolvidas ao longo deste capítulo evidenciam que as tecnologias verdes representam um dos mais importantes instrumentos para a construção de um modelo de desenvolvimento compatível com os princípios da sustentabilidade.

Muito além da simples incorporação de soluções tecnológicas voltadas à redução dos impactos ambientais, essas tecnologias constituem um novo paradigma de inovação, fundamentado na utilização racional dos recursos naturais, na eficiência dos processos produtivos, na mitigação das mudanças climáticas e na promoção de um desenvolvimento econômico socialmente inclusivo e ambientalmente responsável. Nesse contexto, a inovação tecnológica assume papel estratégico ao possibilitar a criação de produtos, processos e modelos de gestão capazes de conciliar competitividade, crescimento econômico e preservação ambiental.

Ao longo do capítulo, verificou-se que a adoção das tecnologias verdes produz benefícios que extrapolam a dimensão ambiental, alcançando resultados expressivos nas esferas econômica, social e institucional. Entre esses benefícios destacam-se a redução do consumo de energia, água e matérias-primas, a diminuição da geração de resíduos e das emissões de gases de efeito estufa, a otimização dos processos produtivos, o fortalecimento da governança corporativa, a valorização da imagem institucional e o aumento da competitividade das organizações.

Em um ambiente de negócios cada vez mais orientado pelos critérios ambientais, sociais e de governança (ESG), investir em tecnologias verdes deixou de representar apenas uma iniciativa voluntária de responsabilidade socioambiental para constituir um fator estratégico de diferenciação competitiva e de geração de valor sustentável.

Entretanto, também ficou evidente que a consolidação dessas tecnologias depende da superação de importantes desafios. Os elevados investimentos iniciais, a necessidade de qualificação profissional, a insuficiência de políticas públicas de incentivo, as limitações na transferência de tecnologia entre universidades e empresas, bem como a resistência organizacional às mudanças, ainda constituem obstáculos relevantes para sua ampla disseminação, especialmente em países em desenvolvimento.

Dessa forma, a expansão das tecnologias verdes exige ações articuladas entre governos, instituições de ensino e pesquisa, setor produtivo e sociedade civil, fortalecendo ecossistemas de inovação capazes de transformar conhecimento científico em soluções tecnológicas efetivamente aplicáveis às demandas ambientais contemporâneas.

Conclui-se, portanto, que as tecnologias verdes desempenham papel decisivo na transição para uma economia de baixo carbono e para a construção de sociedades mais resilientes, sustentáveis e socialmente justas. Seu fortalecimento depende não apenas do avanço científico e tecnológico, mas também da formulação de políticas públicas consistentes, da ampliação dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, da educação ambiental e da

incorporação da sustentabilidade como princípio orientador das decisões organizacionais e governamentais.

Nesse cenário, as tecnologias verdes consolidam-se como elementos indispensáveis para enfrentar os desafios ambientais do século XXI, contribuindo para a preservação dos ecossistemas, para a melhoria da qualidade de vida da população e para a promoção de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, capaz de atender às necessidades das gerações presentes sem comprometer as oportunidades das gerações futuras.

Referências

FIGUEREDO JÚNIOR, Eitor; MAGALHÃES, Elizângela Cristina; CARDOSO, Francimayra Oliveira; SILVA, Luan Carlos Santos. Avaliação da transferência de tecnologia verde em instituições científicas, tecnológicas e de inovações da região Centro-Oeste do Brasil**. Navus: Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 18, p. 1-15, 2026.

LARGURA, Adriano Scopel. O papel da tecnologia verde na busca por soluções sustentáveis e vantagem competitiva para as organizações. **Revista FT, Ciências Sociais Aplicadas**, v. 28, ed. 135, jun. 2024.

MAIA, Erika dos Santos Leal; AMARAL, Ricardo Maia do; FARIAS, Safira Mabel Bezerra; SANTOS, Katyusco de Farias. Monitoramento tecnológico das patentes verdes no cenário brasileiro. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 3, p. 705-722, jul./set. 2022.

MANUQUIAN, Renan Bernardo. **Green IT: práticas e tecnologias sustentáveis para minimizar o impacto ambiental da Tecnologia da Informação**. São José do Rio Preto-SP: FATEC, 2023.

MENEZES, Cláudia Cardinale Nunes; SANTOS, Sérgio Menezes dos; DE-BORTOLI, Robelius. Mapeamento de tecnologias ambientais: um estudo sobre patentes verdes no Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS)**, v. 5, n. 1, p. 110-127, jan./abr. 2016.

OLIVEIRA, Thiago Ribeiro; CRUZ, Bruno Scapellato; ALMEIDA, Sérlio Souza de; ROSADO, Carlos Antônio Gonçalves; SOUZA, Marcio Coutinho de. Inovação, sustentabilidade e consumo verde: um olhar à luz da revisão da literatura sobre a aplicabilidade de tecnologias verdes por empresas internacionais**. In:** *SEGET* – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende-RJ, 2016. **Anais...**

ORZECHOWSKI, Karolyna Kethlley Silva de Sant'Ana. Tecnologias verdes como estratégia no contexto ESG: impactos organizacionais e geração de vantagem competitiva sustentável. In: XIV CONEPA - Congresso Nacional de Estudantes e Profissionais de Administração, Salvador, 23–25 de outubro de 2025. **Anais**...

SALGADO, Eduardo Gomes; FRANCHI, Rosângela Aparecida da Silva. Tecnologias verdes: o papel das patentes verdes para inovação, preservação e desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 1-17, e03331, 2023.

SEVERO, Eliana Andrea; GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de. Antecedents and consequences of eco-innovation for sustainability: generations' perceptions in Brazil and Portugal.

International Journal of Professional Business Review, v. 7, n. 1, e0280, 2022.

VEIGA NETO, F., Figueiredo, M. A. T., & Veiga, C. R. P. Estratégias de marketing verde: Um estudo sobre o consumidor ecológico. **Revista de Administração**, v. 49, n. 1, p. 25-35. 2014.

VIEIRA, Heris Coutinho. Inovação tecnológica e sustentabilidade: caminhos para a adoção de tecnologias sustentáveis**. In:** Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2024. **Anais**...

WEYERMÜLLER, André Rafael; FERNANDES, Paula Elaine Nogueira; QUILIM, Yara Amanda Martins. Patentes verdes como forma de adaptação ambiental: green patents as a form of environmental adaptation. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 45, n. 1, e66685, 2021.

Saneamento básico e sustentabilidade ambiental: impactos na saúde pública e na qualidade de vida

José Ozildo dos Santos
Adriana do Carmo Menezes Echeverri
Jheovanne Gamaliel Silva de Abreu
Luciano Nóbrega Azevedo
Douglas da Silva Cunha
Maria Pricila Miranda dos Santos
Vanderléa Nóbrega Azevedo Cortes
Elaine da Silva Pereira
Cláudia Carneiro de Azevedo
O'neill Guedes Alcoforado de Carvalho
Jonas Menezes dos Santos
Gilmara Henriques Araújo

Conceito, evolução e importância do saneamento básico na sustentabilidade ambiental

O saneamento básico constitui um dos pilares fundamentais da sustentabilidade ambiental, desempenhando papel decisivo na promoção da saúde pública e na melhoria da qualidade de vida da população. A ausência ou a precariedade dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento

sanitário, manejo adequado de resíduos sólidos e drenagem urbana está diretamente associada à degradação ambiental e à proliferação de doenças de veiculação hídrica, comprometendo especialmente as populações em situação de vulnerabilidade social. Nesse contexto, o saneamento básico ultrapassa a dimensão técnica e assume uma relevância social, econômica e ambiental, sendo essencial para a redução das desigualdades e para a garantia de condições dignas de vida.

Sob a perspectiva da sustentabilidade ambiental, o saneamento básico integra um conjunto de ações estratégicas voltadas à preservação dos recursos naturais e à mitigação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização desordenada e do crescimento populacional. A gestão adequada dos sistemas de saneamento contribui para a proteção dos corpos hídricos, a redução da poluição do solo e da água, além da prevenção de riscos sanitários que afetam diretamente a saúde coletiva.

Assim, a ampliação do acesso universal e a melhoria da qualidade dos serviços de saneamento básico configuram-se como desafios centrais das políticas públicas contemporâneas, exigindo investimentos contínuos, planejamento integrado e articulação entre diferentes níveis de governo e setores da sociedade.

Apresentado como sendo um dos principais componentes da salubridade ambiental, o saneamento básico representa um conjunto de ações destinadas ao controle dos fatores presentes no meio físico capazes de exercer influência sobre o bem-estar físico, mental e social da população. Sob essa perspectiva, o saneamento ultrapassa a dimensão

exclusivamente técnica da infraestrutura urbana, assumindo papel estratégico na prevenção de agravos à saúde, na promoção da qualidade de vida e na construção de ambientes saudáveis para as atuais e futuras gerações (KOLLING NETO et al., 2017).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, o saneamento básico compreende o acesso da população à água potável, aos serviços de coleta e tratamento de esgoto, às instalações sanitárias adequadas e às práticas de higiene indispensáveis à promoção da saúde. Esse entendimento foi consolidado durante a Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde, realizada em Alma-Ata, em 1978, ocasião em que o saneamento passou a ser reconhecido internacionalmente como elemento essencial para a prevenção de doenças e para a melhoria das condições de vida das populações. Desde então, a OMS vem incentivando políticas públicas destinadas à ampliação desses serviços, incorporando-os às estratégias globais voltadas ao alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à saúde e ao bem-estar (015; SOUZA et al., 2 SANTOS et al., 2024).

No contexto das políticas públicas, o saneamento básico corresponde ao conjunto de serviços e intervenções destinados à promoção da salubridade ambiental nos espaços urbanos e rurais. Sua finalidade consiste em assegurar condições ambientais favoráveis à saúde da população por meio da implantação, operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais. Além dessas

funções estruturantes, o saneamento também contempla ações voltadas à recuperação de mananciais, à proteção dos recursos hídricos, à drenagem urbana, à implantação de áreas verdes e à mitigação dos impactos decorrentes da ocupação inadequada do solo urbano (FOLLADOR et al., 2015).

Sob o enfoque operacional, o saneamento básico é formado por um conjunto integrado de serviços essenciais ao funcionamento das cidades e à proteção da saúde coletiva. Entre esses serviços destacam-se o abastecimento e a distribuição de água potável, a coleta e o tratamento de esgoto, a coleta, o transporte e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, bem como a drenagem e o manejo das águas pluviais. A integração dessas atividades constitui requisito indispensável para a preservação da qualidade ambiental, para a prevenção de doenças e para a melhoria das condições de vida da população (GARCIA; FERREIRA, 2017; SILVA, 2020).

A prestação eficiente desses serviços depende da existência de mecanismos institucionais capazes de disciplinar, supervisionar e fiscalizar sua execução. Nesse sentido, as agências reguladoras desempenham função estratégica ao estabelecer normas técnicas, acompanhar a qualidade dos serviços prestados e garantir maior segurança jurídica ao setor. No Brasil, o sistema regulatório é composto por dezenas de agências estaduais, municipais, distritais e intermunicipais, cuja atuação alcança aproximadamente dois terços dos municípios brasileiros, contribuindo para o fortalecimento da governança e da gestão dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2024).

Além de sua dimensão estrutural, o saneamento básico constitui um importante instrumento de promoção da saúde pública. As ações desenvolvidas nesse setor têm como finalidade modificar, controlar e preservar as condições ambientais de maneira a eliminar fatores de risco à saúde humana, prevenir enfermidades e promover melhores condições de bem-estar físico, mental e social. Dessa forma, o saneamento representa um dos principais pilares das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, favorecendo tanto a melhoria da qualidade de vida quanto o fortalecimento das atividades econômicas e da inclusão social (MACIEL et al., 2015; GARCIA; FERREIRA, 2017).

A estreita relação existente entre saneamento básico e saúde ambiental decorre da capacidade desses serviços em interromper os ciclos de transmissão de agentes causadores de doenças, reduzir a exposição da população a riscos ambientais e fortalecer as condições sanitárias das comunidades. Além dos benefícios diretos relacionados à prevenção de enfermidades, as ações de saneamento contribuem para o fortalecimento da participação comunitária na construção de ambientes mais saudáveis, promovendo melhorias permanentes na qualidade de vida da população (SOUZA; FREITAS, 2010).

A relação entre saneamento básico e saúde pública

A relação entre saneamento básico e saúde pública constitui um dos fundamentos das políticas voltadas à promoção da qualidade de vida e à prevenção de doenças. Ao assegurar o acesso à água potável, ao esgotamento sanitário, ao

manejo adequado dos resíduos sólidos e à drenagem urbana, o saneamento reduz significativamente a exposição da população a agentes patogênicos, interrompendo os mecanismos de transmissão de inúmeras enfermidades. Dessa forma, a implantação de sistemas sanitários eficientes representa uma das estratégias mais importantes para a proteção da saúde coletiva e para a construção de ambientes ambientalmente saudáveis (SOUZA; FREITAS, 2010).

A preocupação com a relação entre saneamento e saúde acompanha a história da humanidade desde a Antiguidade, intensificando-se durante a Revolução Industrial, período marcado pelo acelerado crescimento urbano e pela precariedade das condições sanitárias. A concentração populacional, associada à ausência de infraestrutura adequada, favoreceu a disseminação de epidemias e elevou os índices de mortalidade, tornando evidente a necessidade de adoção de medidas sanitárias e da transformação dos hábitos de higiene como instrumentos indispensáveis ao controle das doenças infecciosas (SANTOS et al., 2024).

A saúde pública dedica-se à identificação, ao monitoramento e ao controle dos fatores que oferecem riscos à coletividade, desenvolvendo ações preventivas capazes de reduzir a incidência de doenças e promover melhores condições de vida. Nesse contexto, a atuação do poder público, articulada com os serviços de vigilância epidemiológica e sanitária, torna-se essencial para a formulação de políticas públicas destinadas à prevenção de agravos, ao monitoramento das condições ambientais e à implementação

de estratégias voltadas à proteção da saúde da população (PITASSI; FERREIRA, 2020).

A universalização dos serviços de saneamento básico representa um dos principais instrumentos para o fortalecimento da saúde pública. A ampliação do acesso ao abastecimento de água tratada, à coleta e ao tratamento de esgoto, à gestão adequada dos resíduos sólidos e aos demais serviços de infraestrutura sanitária contribui para a redução da incidência de doenças de veiculação hídrica, favorecendo melhores indicadores de saúde física, mental e social. Sob essa perspectiva, a promoção do saneamento constitui responsabilidade do Estado, que deve assegurar condições adequadas para que toda a população tenha acesso a serviços essenciais capazes de preservar sua saúde e seu bem-estar (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

Os benefícios econômicos decorrentes dos investimentos em saneamento também evidenciam sua estreita relação com a saúde pública. Segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde, cada unidade monetária investida na ampliação dos serviços de saneamento resulta em economia múltipla nos gastos com assistência à saúde, em razão da redução das doenças associadas às condições sanitárias inadequadas. Dessa forma, a universalização do saneamento não apenas promove melhores condições de vida, mas também reduz custos públicos, amplia a eficiência dos sistemas de saúde e fortalece o desenvolvimento socioeconômico (DINIZ et al., 2024).

A ausência ou a deficiência da infraestrutura sanitária compromete diretamente as condições de saúde da população.

Problemas relacionados ao abastecimento de água, à inexistência de sistemas adequados de tratamento de esgoto, ao manejo inadequado dos resíduos sólidos e às condições precárias de habitação favorecem a proliferação de microrganismos patogênicos e de vetores responsáveis pela transmissão de diversas doenças. Como consequência, verifica-se a redução da expectativa de vida, o agravamento das condições de saúde coletiva e o aumento da vulnerabilidade social das populações mais expostas (FIGUEIREDO; LIMA, 2022).

Entre os agravos associados à precariedade do saneamento destacam-se as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), grupo que reúne enfermidades de origem viral, bacteriana, parasitária e outras patologias diretamente influenciadas pelas condições ambientais. Em localidades desprovidas de infraestrutura sanitária adequada, observa-se aumento expressivo da incidência dessas doenças, em decorrência da contaminação da água, do solo e dos sistemas de esgotamento, bem como da proliferação de vetores responsáveis pela transmissão de enfermidades (ROSA et al., 2021).

A ampliação da cobertura dos serviços de saneamento produz reflexos positivos que ultrapassam o campo da saúde pública. À medida que cresce o número de pessoas beneficiadas por sistemas eficientes de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e manejo de resíduos sólidos, reduz-se a ocorrência de doenças, elevam-se os níveis de produtividade da população economicamente ativa e fortalecem-se as condições para o desenvolvimento econômico.

Dessa maneira, os investimentos em saneamento básico representam não apenas uma estratégia de proteção da saúde coletiva, mas também um importante fator de desenvolvimento social e econômico sustentável (ROSA et al., 2021).

Impactos da deficiência do saneamento sobre a saúde e o meio ambiente

A insuficiência dos serviços de saneamento básico constitui um dos principais fatores responsáveis pelo agravamento dos problemas de saúde pública e pela intensificação da degradação ambiental. A ausência ou a precariedade dos sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e controle de vetores favorece a disseminação de doenças infecciosas e amplia os impactos negativos sobre os ecossistemas. Essa realidade afeta especialmente as populações socialmente mais vulneráveis, tanto em áreas urbanas quanto rurais, cujas condições precárias de moradia e infraestrutura sanitária agravam ainda mais os riscos à saúde coletiva (VIDAL et al., 2011).

Os efeitos decorrentes da deficiência do saneamento ultrapassam os limites da saúde humana e alcançam diretamente o meio ambiente. A degradação ambiental provocada pela inexistência ou inadequação desses serviços favorece a contaminação de rios, córregos e demais corpos hídricos, além de contribuir para o aumento da ocorrência de enchentes, alagamentos, poluição e proliferação de doenças. A

inexistência de coleta e tratamento de esgoto em grande parte do território nacional evidencia a gravidade desse cenário, que decorre de limitações estruturais, legais, fundiárias e operacionais, comprometendo a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população (SILVA et al., 2022).

A persistência desses problemas demonstra que a promoção da saúde e da sustentabilidade por meio do saneamento básico depende da superação de desafios relacionados ao planejamento, à gestão, à inovação tecnológica e à implementação de políticas públicas eficazes. Além dos investimentos em infraestrutura, torna-se necessário aperfeiçoar os mecanismos de gerenciamento dos serviços para que seus benefícios alcancem todas as comunidades. Nesse contexto, o novo marco regulatório do saneamento representa uma importante estratégia para viabilizar a execução prática das normas e diretrizes estabelecidas pela legislação brasileira, fortalecendo a universalização dos serviços e ampliando sua efetividade (NUNES; DIAZ, 2020).

A deficiência da infraestrutura sanitária manifesta-se de diversas formas, incluindo a precariedade do abastecimento de água potável, a inexistência de sistemas eficientes de tratamento de esgoto, o manejo inadequado dos resíduos sólidos e as condições insatisfatórias de habitação. Essas circunstâncias favorecem a proliferação de microrganismos patogênicos e de vetores transmissores de doenças, comprometendo significativamente a expectativa de vida, a saúde coletiva e o bem-estar da população. Dessa forma, a ausência de saneamento adequado configura importante fator de vulnerabilidade socioambiental (FIGUEIREDO, 2021).

Os problemas relacionados ao abastecimento de água também refletem as profundas desigualdades existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. A crescente escassez de água potável resulta da combinação de fatores naturais e antrópicos, incluindo a limitação dos recursos hídricos, a poluição contínua dos cursos d'água, a expansão urbana desordenada, as atividades industriais, minerárias e agrícolas, além das elevadas taxas de crescimento populacional e de evaporação. Como consequência, observa-se deterioração progressiva da qualidade da água disponível para consumo humano, comprometendo a segurança hídrica e ampliando os riscos à saúde pública (FIGUEIREDO, 2021).

Entre os componentes do saneamento básico, o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos desempenha papel essencial na preservação da qualidade ambiental e na proteção da saúde coletiva. Esse conjunto de atividades compreende a coleta, o transporte, o armazenamento temporário, o tratamento, a reciclagem, a reutilização e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos produzidos nas áreas urbanas. A execução eficiente dessas etapas reduz a contaminação do solo, da água e do ar, minimizando os impactos ambientais negativos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos (SANTOS et al., 2024).

A eficiência dos serviços de coleta de resíduos sólidos apresenta estreita relação com a qualidade de vida e com a expectativa de vida da população. A destinação inadequada dos resíduos domésticos favorece a proliferação de agentes infecciosos, compromete as condições sanitárias das

comunidades e intensifica os processos de degradação ambiental. Em contrapartida, sistemas eficientes de coleta e destinação final dos resíduos contribuem para ambientes urbanos mais saudáveis, reduzindo riscos epidemiológicos e promovendo melhores condições de saúde pública (PITASSI; FERREIRA, 2020).

Outro importante problema ambiental associado à deficiência do saneamento refere-se ao descarte inadequado de resíduos sólidos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem urbana. Durante os períodos chuvosos, o acúmulo desses materiais provoca o entupimento de galerias pluviais e bueiros, favorecendo a ocorrência de alagamentos e inundações. Além dos prejuízos materiais, essas situações criam condições favoráveis à proliferação de microrganismos patogênicos e elevam significativamente os riscos de transmissão de diversas doenças à população (SANTOS et al., 2024).

A disposição inadequada de resíduos sólidos e o lançamento de esgotos sem tratamento também produzem impactos ambientais de grande magnitude. A contaminação do solo, dos corpos hídricos e dos ecossistemas compromete a biodiversidade, reduz a capacidade de regeneração ambiental e amplia os efeitos da poluição para além dos limites urbanos, alcançando áreas ambientalmente protegidas e ecossistemas sensíveis. Esses impactos evidenciam que os problemas decorrentes da ausência de saneamento extrapolam a esfera da saúde pública, assumindo igualmente relevante dimensão ecológica (PITASSI; FERREIRA, 2020; SANTOS et al., 2024).

Diante desse cenário, a ampliação da cobertura dos serviços de coleta de resíduos sólidos, o aperfeiçoamento dos sistemas de tratamento de esgoto e o fortalecimento das ações de educação ambiental constituem medidas indispensáveis para reduzir os impactos negativos decorrentes da deficiência do saneamento. Paralelamente, o envolvimento ativo da população, por meio da adoção de práticas adequadas de destinação dos resíduos, da fiscalização social e da participação nas políticas públicas, representa elemento fundamental para a construção de cidades mais saudáveis, sustentáveis e ambientalmente equilibradas (SANTOS et al., 2024).

Gestão pública, universalização dos serviços e perspectivas para o saneamento básico

A universalização do saneamento básico permanece como um dos maiores desafios das políticas públicas brasileiras, exigindo a articulação entre planejamento governamental, investimentos contínuos, aperfeiçoamento da gestão e fortalecimento do marco regulatório. Embora importantes avanços tenham sido alcançados nas últimas décadas, a implantação dos serviços ainda encontra obstáculos relacionados à insuficiência de recursos financeiros, à deficiência do planejamento, às limitações administrativas e, em muitos casos, à baixa prioridade atribuída ao setor pelos gestores públicos. Nesse cenário, a uniformização da regulação por meio da legislação nacional e o fortalecimento das parcerias entre os setores público e privado constituem

estratégias capazes de ampliar os investimentos e acelerar o cumprimento das metas estabelecidas para a expansão dos serviços de saneamento (DINIZ et al., 2024).

A eficiência das políticas públicas voltadas ao saneamento básico depende igualmente da atuação coordenada dos órgãos responsáveis pela regulação, fiscalização e acompanhamento da prestação dos serviços. Além da ampliação da infraestrutura, torna-se indispensável assegurar mecanismos permanentes de monitoramento, capazes de garantir a qualidade dos serviços oferecidos à população e de promover maior segurança jurídica aos investimentos realizados no setor. A consolidação desse modelo de governança fortalece a capacidade do Estado de implementar políticas públicas mais eficientes, contribuindo para a universalização do acesso ao saneamento e para a redução das desigualdades sociais e territoriais (BRASIL, 2024).

Sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, o saneamento básico representa um dos mais importantes instrumentos de promoção da qualidade de vida e da justiça social. A expansão dos serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana produz benefícios que transcendem a esfera sanitária, alcançando dimensões econômicas, sociais e ambientais.

Municípios dotados de infraestrutura sanitária adequada apresentam melhores indicadores de saúde, menores índices de mortalidade, maior produtividade econômica, valorização dos espaços urbanos e melhores

condições para a preservação dos recursos naturais (SILVA, 2020).

A consolidação de sistemas eficientes de saneamento básico também favorece a proteção da saúde coletiva ao reduzir a exposição da população a agentes biológicos, químicos e ambientais responsáveis por inúmeras enfermidades.

A implantação integrada dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana elimina fatores de risco à saúde, fortalece as condições de salubridade ambiental e amplia significativamente o bem-estar físico, mental e social da população. Dessa forma, o saneamento configura-se como elemento estruturante das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento humano e à promoção da cidadania (MACIEL et al., 2015).

Além dos benefícios relacionados à saúde e à preservação ambiental, os investimentos em saneamento básico exercem influência positiva sobre a dinâmica econômica. A redução da incidência de doenças diminui os gastos públicos com assistência médica, reduz o absenteísmo no trabalho e nas instituições de ensino, eleva a produtividade da população economicamente ativa e cria condições mais favoráveis para o desenvolvimento local e regional. Assim, a expansão da infraestrutura sanitária deve ser compreendida como investimento estratégico para o crescimento sustentável e para o fortalecimento da competitividade econômica do país (GARCIA; FERREIRA, 2017).

Entretanto, a efetivação da universalização do saneamento básico exige o comprometimento permanente do poder público, da iniciativa privada e da sociedade civil.

A participação da população na fiscalização dos serviços, na adoção de práticas ambientalmente responsáveis e no acompanhamento das políticas públicas constitui elemento indispensável para assegurar a eficiência da gestão e a conservação das infraestruturas implantadas. A educação ambiental, nesse contexto, desempenha papel relevante ao estimular atitudes responsáveis relacionadas ao uso racional da água, ao descarte adequado dos resíduos sólidos e à preservação dos recursos naturais, fortalecendo a construção de comunidades mais resilientes e sustentáveis (SANTOS et al., 2024).

Diante desse panorama, verifica-se que o saneamento básico ultrapassa a condição de simples serviço de infraestrutura urbana, consolidando-se como política pública essencial para a promoção da saúde, da dignidade humana, da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável. A ampliação da cobertura dos serviços, associada ao fortalecimento da gestão pública, ao planejamento integrado, à regulação eficiente e à participação social, representa condição indispensável para assegurar melhores condições de vida à população brasileira e promover um modelo de desenvolvimento comprometido com a equidade social, a sustentabilidade ambiental e a garantia dos direitos fundamentais (KOLLING NETO et al., 2017; GARCIA et al., 2017).

Evolução histórica e consolidação do saneamento básico no Brasil

A trajetória do saneamento básico no Brasil iniciou-se de maneira mais estruturada na primeira metade do século XX, período em que as ações voltadas à saúde pública ganharam maior relevância diante da necessidade de combater enfermidades que acometiam a população. Nesse contexto, destacaram-se as iniciativas conduzidas pelo médico higienista Oswaldo Cruz, cujas intervenções sanitárias tiveram como objetivo controlar a disseminação de agentes patogênicos responsáveis por diversas doenças.

Paralelamente, o engenheiro sanitarista Saturnino de Brito desempenhou papel igualmente relevante ao desenvolver projetos voltados à implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, contribuindo significativamente para a consolidação das primeiras políticas de saneamento no país (SANTOS et al., 2024).

Sob o ponto de vista normativo, a construção do arcabouço jurídico do saneamento básico também teve início nas primeiras décadas do século XX, acompanhando a implementação das primeiras ações de saúde pública. Entretanto, somente a partir da década de 1960 ocorreu um processo mais consistente de institucionalização da política nacional de saneamento, por meio da promulgação da Lei Federal nº 4.137/1962. Essa legislação estabeleceu fundamentos para a organização dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana, definindo competências dos entes públicos e privados,

além de disciplinar aspectos relacionados ao financiamento e à regulação dessas atividades (SANTOS et al., 2024).

Um marco decisivo para a consolidação do saneamento básico como política pública ocorreu com a promulgação da Constituição Federal de 1988. Ao reconhecer o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental de todos e atribuir ao poder público e à coletividade a responsabilidade por sua preservação, a Carta Constitucional fortaleceu a necessidade de implementação de políticas públicas voltadas à universalização do saneamento. A partir desse reconhecimento constitucional, consolidou-se o entendimento de que o acesso aos serviços de saneamento constitui elemento indispensável para a garantia da qualidade de vida, da saúde pública e da proteção ambiental (SANTOS et al., 2024).

Como desdobramento das diretrizes estabelecidas pela Constituição Federal, foi promulgada a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, considerada um dos mais importantes instrumentos legais da política nacional de saneamento básico. Essa legislação estabeleceu princípios, objetivos e diretrizes para a organização dos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, disciplinando também a elaboração dos planos municipais e estaduais de saneamento básico. Ao mesmo tempo, reafirmou a universalização do acesso aos serviços como objetivo central da política pública e admitiu a participação da iniciativa privada na prestação desses serviços, quando necessária (SANTOS et al., 2024).

A Lei nº 11.445/2007 inaugurou uma nova etapa na gestão do saneamento básico brasileiro ao estabelecer que todos os cidadãos possuem direito ao acesso aos serviços essenciais de saneamento. Além de definir princípios, competências, mecanismos de delegação e formas de organização da prestação dos serviços, a legislação determinou que os municípios elaborassem seus respectivos Planos Municipais de Saneamento Básico, instrumento indispensável para o planejamento, execução e avaliação das políticas públicas locais voltadas ao setor. Apesar desses avanços normativos, parcela significativa da população brasileira ainda permanece sem acesso adequado aos serviços previstos na legislação (MACIEL et al., 2015).

A promulgação da Lei nº 11.445/2007 também representou uma resposta aos inúmeros impactos sociais, ambientais e sanitários decorrentes da deficiência histórica do saneamento básico no país. Ao estabelecer normas nacionais para o setor, a legislação reforçou o compromisso do Estado brasileiro com a universalização dos serviços e com a ampliação do acesso da população às ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo adequado dos resíduos sólidos, consolidando uma política pública orientada pela promoção da saúde e pela melhoria das condições ambientais (DINIZ et al., 2024).

Em complemento ao marco legal instituído em 2007, consolidou-se o entendimento de que o saneamento básico corresponde ao conjunto integrado de serviços, infraestruturas e instalações operacionais destinados ao abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana,

manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais. Essa concepção amplia o alcance das políticas públicas, evidenciando que o saneamento transcende a simples oferta de água e esgoto, constituindo um sistema integrado essencial à promoção da saúde coletiva, da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável (ROSA et al., 2021).

Políticas públicas, instrumentos de planejamento e o novo marco regulatório do saneamento básico

Embora a instituição da Lei nº 11.445/2007 tenha representado um marco para a organização da política nacional de saneamento básico, a efetividade dessa legislação depende da implementação de mecanismos de planejamento e gestão capazes de orientar a expansão e a qualificação dos serviços (SOUZA et al., 2015).

Nesse contexto, a própria legislação atribuiu aos municípios a responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico, facultando-lhes diferentes formas de gestão, incluindo a contratação de empresas especializadas, a celebração de consórcios públicos e o estabelecimento de parcerias intermunicipais. No entanto, para que essas alternativas produzam resultados efetivos, torna-se imprescindível a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), instrumento responsável por definir as diretrizes locais para o setor, em consonância com as determinações estabelecidas pela Lei nº 11.445/2007 e pelo Decreto nº 7.217/2010 (SANTOS et al., 2024).

No âmbito das políticas públicas voltadas à proteção da saúde coletiva, destaca-se o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA), estruturado em 1999 com a finalidade de monitorar permanentemente a qualidade da água destinada ao consumo da população brasileira. As ações desenvolvidas pelo programa abrangem tanto o controle dos padrões de potabilidade quanto o acompanhamento da disponibilidade quantitativa dos recursos hídricos destinados ao abastecimento humano, contribuindo para a prevenção de doenças de veiculação hídrica e para a melhoria das condições sanitárias da população (DANIEL; CABRAL, 2020).

Outro importante instrumento de planejamento foi a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), instituído em 2007 com o propósito de estabelecer metas de curto, médio e longo prazos voltadas à universalização dos serviços de saneamento. Entre seus principais objetivos encontra-se a ampliação do acesso da população à água potável e aos demais serviços essenciais, buscando promover melhorias nas condições de saúde pública e de qualidade de vida. Entretanto, a demora na implementação dessas metas prolonga a permanência de milhões de brasileiros em situação de vulnerabilidade sanitária, favorecendo a ocorrência de doenças e comprometendo indicadores sociais relevantes (ROSA et al., 2021).

Apesar da existência do Plano Nacional de Saneamento Básico, a cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário permanece insuficiente em diversas regiões do país. O planejamento das políticas públicas

para o setor fundamenta-se na promoção da equidade e na garantia dos Direitos Humanos à Água e ao Esgotamento Sanitário, priorizando especialmente as populações em situação de maior vulnerabilidade social. Nesse sentido, a ausência ou a deficiência desses serviços continua representando um importante fator de risco para a saúde pública e para a qualidade de vida da população brasileira (QUEIROZ; SILVA; HELLER, 2020).

Paralelamente às políticas voltadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, a adequada implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos constitui elemento igualmente relevante para a promoção da saúde e da sustentabilidade ambiental. A correta gestão dos resíduos sólidos tende a reduzir a incidência de doenças, a mortalidade associada às condições inadequadas de saneamento, as perdas de produtividade decorrentes de enfermidades e os gastos públicos com assistência à saúde. Como consequência, amplia-se a qualidade de vida da população e fortalecem-se as condições necessárias ao desenvolvimento social, econômico e ambiental do país (FOLLADOR et al., 2015).

A necessidade de ampliar os investimentos no setor e acelerar a universalização dos serviços motivou a revisão do marco legal do saneamento básico, processo que culminou na promulgação da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. A nova legislação introduziu mudanças significativas na organização institucional do setor, incentivando a participação da iniciativa privada e estabelecendo metas de universalização a serem alcançadas até 2033, prevendo o atendimento de 99% da

população com abastecimento de água potável e de 90% com coleta e tratamento de esgoto. Essas alterações buscaram conferir maior eficiência à prestação dos serviços e ampliar o acesso da população às infraestruturas essenciais de saneamento (FRANÇA; SILVA; JUIZ, 2024).

Além da redefinição das metas de universalização, o novo marco regulatório promoveu importantes alterações na estrutura normativa do setor. As novas disposições estabeleceram regras voltadas ao abastecimento de água, ao esgotamento sanitário, à eliminação dos lixões e ao aperfeiçoamento dos mecanismos de financiamento destinados à expansão dos serviços. Entre as mudanças institucionais introduzidas pela Lei nº 14.026/2020 destaca-se a ampliação das competências da Agência Nacional de Águas, que passou a denominar-se Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), assumindo papel central na regulamentação e na fiscalização da política nacional de saneamento (PAGANINI; BOCHIGLIERI, 2021).

A atualização promovida pelo novo marco regulatório ultrapassa os aspectos estritamente jurídicos, uma vez que busca consolidar condições capazes de assegurar maior dignidade à população brasileira por meio da universalização dos serviços de saneamento. Nesse sentido, a Lei nº 14.026/2020 representa importante avanço para a promoção da saúde pública, da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento econômico, ao estabelecer novos instrumentos regulatórios destinados a ampliar a eficiência da prestação dos serviços e melhorar as condições de vida da sociedade (DINIZ et al., 2024)

Desafios contemporâneos e perspectivas para a universalização do saneamento básico

Apesar dos avanços alcançados com a consolidação do marco regulatório do saneamento básico, o Brasil ainda enfrenta importantes obstáculos para assegurar a efetiva universalização desses serviços. Embora a legislação vigente tenha estabelecido metas ambiciosas e promovido mudanças significativas na estrutura institucional do setor, persistem dificuldades relacionadas à implementação das políticas públicas, especialmente em razão de alterações normativas que prorrogam prazos para a regionalização dos serviços. Tais medidas podem comprometer o ritmo de expansão da infraestrutura sanitária, dificultar o cumprimento das metas originalmente estabelecidas e, consequentemente, reduzir a efetividade dos avanços promovidos pelo novo marco legal. Esse cenário suscita preocupações quanto à necessidade de futuras revisões das metas legais e aos possíveis impactos sobre a qualidade de vida da população brasileira (DINIZ et al., 2024).

As limitações observadas na implementação da política nacional de saneamento básico também decorrem da permanência de déficits estruturais na prestação dos serviços. Embora o país disponha atualmente de um arcabouço jurídico mais robusto, ainda existem fragilidades relacionadas aos mecanismos de fiscalização das empresas prestadoras dos serviços, bem como desafios associados à gestão pública e à conscientização da sociedade acerca da utilização adequada da infraestrutura sanitária. Considerando que grande parte dos

problemas ambientais e das doenças relacionadas ao saneamento resulta de ações humanas, a efetividade das políticas públicas depende igualmente do fortalecimento da educação ambiental, da participação social e do aperfeiçoamento permanente dos instrumentos de controle e fiscalização (DINIZ et al., 2024).

Nesse contexto, torna-se evidente que a universalização do saneamento básico permanece como um dos maiores desafios da administração pública brasileira. Embora o Plano Nacional de Saneamento Básico tenha estabelecido metas para ampliação do acesso aos serviços, o ritmo de expansão observado ao longo dos últimos anos demonstra que a concretização desses objetivos exige investimentos contínuos, planejamento integrado e fortalecimento da capacidade institucional dos entes federativos. A ampliação da cobertura dos serviços representa condição indispensável para reduzir desigualdades sociais, melhorar os indicadores de saúde pública, fortalecer o sistema educacional e impulsionar o desenvolvimento econômico do país (ROSA et al., 2021).

A concretização dos princípios estabelecidos pela legislação brasileira exige, portanto, muito mais do que a existência de normas jurídicas. A universalização do saneamento depende da integração entre políticas públicas, planejamento governamental, investimentos em infraestrutura, aperfeiçoamento da gestão, fiscalização eficiente e participação ativa da sociedade. Somente mediante a articulação desses diferentes elementos será possível assegurar que os benefícios decorrentes do abastecimento de água potável, da coleta e

tratamento de esgoto, da gestão adequada dos resíduos sólidos e da drenagem urbana alcancem toda a população brasileira, contribuindo para a promoção da saúde, da dignidade humana, da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento nacional (ROSA et al., 2021).

Considerações Finais

O saneamento básico constitui um dos mais importantes instrumentos de promoção da saúde pública, da qualidade de vida e da sustentabilidade ambiental. Por abranger serviços essenciais, como o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais, esse setor desempenha papel estratégico na prevenção de doenças, na proteção dos recursos naturais e na redução das desigualdades sociais. Dessa forma, sua universalização representa um dos principais desafios das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

A evolução das políticas de saneamento no Brasil reflete a crescente compreensão de que a infraestrutura sanitária é condição indispensável para o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Ao longo das últimas décadas, o país consolidou importantes avanços no campo legislativo e institucional, especialmente com a criação de marcos regulatórios destinados a ampliar a cobertura dos serviços e aperfeiçoar os mecanismos de planejamento, regulação e gestão. Entretanto, persistem desafios estruturais que limitam a efetivação do direito universal ao saneamento.

Nesse contexto, torna-se fundamental compreender o saneamento básico de forma integrada, considerando não apenas seus aspectos técnicos e operacionais, mas também sua relação com a saúde coletiva, a preservação ambiental, a gestão pública e o desenvolvimento sustentável. A análise desses diferentes elementos permite evidenciar a importância das políticas públicas, dos instrumentos de planejamento e da participação social para a construção de sistemas sanitários eficientes e capazes de atender às demandas da população.

Este capítulo apresenta uma abordagem abrangente sobre o saneamento básico, contemplando seus fundamentos conceituais, sua evolução histórica no Brasil, o processo de consolidação do marco legal, os principais instrumentos de planejamento e as políticas públicas voltadas ao setor. Também são discutidos os impactos decorrentes da deficiência dos serviços de saneamento, os avanços introduzidos pelo novo marco regulatório e os desafios que ainda precisam ser superados para a universalização desses serviços, ressaltando sua relevância para a promoção da saúde, da dignidade humana, da justiça social e da sustentabilidade ambiental.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Panorama do Saneamento no Brasil**. Brasília: ANA, 2024.

DANIEL, Márcia Helena Barbosa; CABRAL, Alexandre Reis. A vigilância da qualidade da água para consumo humano (Vigiagua) e os objetivos de desenvolvimento do milênio (ODM). **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 19, n. 4, p. 487-492, 2011.

DINIZ, Cícera L. Ferreira; ANDREZA, Marli N. dos Santos; HENRIQUE, Thainá; SANTOS, Vagner Sales dos; BEZERRA, Marta Cordeiro Brito; PRATA JUNIOR, José Rômulo; SANTANA, Willma J. **de.** Novo marco do saneamento básico: sua relação com a saúde pública e meio ambiente. ***Contribuciones a las Ciencias Sociales***, v. 17, n. 7, e8631, 2024.

FOLLADOR, Karine; PRADO, Geisa Percio do; PASSOS, Manuela Gazzoni dos NOTHAFT, Simone Cristina. Saneamento básico: meio ambiente e saúde. **Revista UNINGÁ Review**, v. 23, n. 1, p. 24-28, jul-set, 2015.

FRANÇA, Francis Valter Pêpe; SILVA, Thais Emanuelle de Souza; JUIZ, Paulo José Lima. Índices de saneamento básico para avaliação de saúde pública: um estudo comparativo entre Feira de Santana e outros municípios baianos. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, v. 9, n. 1, p. 112-137, 2024.

FIGUEIREDO, Vânia Santos; LIMA, Samuel do Carmo. -. **Caminhos de Geografia**, v. 23, n. 88, p. 69-84, ago. 2022.

GARCIA, Marcos Santana Dantas; FERREIRA, Marcelo Pereira. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, n. 3, p. 1-15, 2017.

KOLLING NETO, Arthur; ANJOS, Gabriel Macêdo dos; BRANDOLFF, Rhaiane de Santana; GOÉS, Tamires Pereira; SILVA, Julia Ferreira da**.** Fatores relacionados à saúde pública e ao saneamento básico em comunidade rural de Barreiras-BA. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p. 583-598, 2017.

MACIEL, Aline Batista Correia; FELIPE, José Alves; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. **OKARA: Geografia em Debate**, v. 9, n. 3, p. 524-541, 2015.

NUNES, Larissa dos Reis; DIAZ, Rafhael Rodrigo Licheski. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 2, p. 1, 2020.

PAGANINI, Wanderley da Silva; BOCCHIGLIERI, Miriam Moreira. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45-60, 2021.

PITASSI, Sandro Lucio Barbosa; FERREIRA, Aldo Pacheco. A atuação do Poder Judiciário na concreção das políticas públicas de saneamento básico: possibilidades e limites. **Saúde em debate**, v. 43, p. 111-125, 2020.

QUEIROZ, Josiane Teresinha Matos de; SILVA, Priscila Neves; HELLER, Léo. Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 4, e00223719, 2020.

ROSA, Bruna Betim; MELLO, Diego Claro de; RESENDE, Ester Sartorato de; BADEM, Isabella Ferreira; MORON, Murilo Emple; VERI, Nathália Cristina Keller; CATALAN, Daniel Thome**.** Evolução do saneamento básico e a sua relação com a saúde pública. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 39, n. 1, p. 33-41, jan./mar. 2021.

ROSA, Bruna Betim; MELLO, Diego Claro de; RESENDE, Ester Sartorato de; BADEM, Isabella Ferreira; MORON, Murilo Emple; VERI, Nathália Cristina Keller; CATALAN, Daniel Thome**.** Evolução do saneamento básico e a sua relação com a saúde pública. **Journal of the Health Sciences Institute,** v. 39, n. 1, p. 33-41, jan./mar. 2021.

SANTOS, Antonio Nacilio Sousa dos; PESSOA, Ailton Caetano Nascimento; BEZERRA, Marcus Antonio Cunha; SOUZA,

Vera Lúcia Teodoro dos Santos; JESUS, Analua Pereira Nunes de; SOUTO, Igor Fernando de Queiroz; FARIA, Paulo Deiser Pereira; MORGAN, Lucas Alves de Araújo; DIOGO, Rosemary Tavares; NOGUEIRA NETO, José Maria**.** Tecendo os fios da saúde pública: o impacto do saneamento básico na qualidade de vida urbana e no meio ambiente. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 5, e4259, 2024.

SILVA, Antonio Leandro Silva e; CHAVES VERDE, Gabriel; ALVES SILVA, Antonio Cristian; VERDE, Adriana de Jesus da Silva de Sousa; SANTOS, Tayana Ferreira; PINHEIRO, Nathalia Cunha Almeida. . **Revista GEAMA**, v. 8, n. 2, p. 34-41, 2022.

SILVA, Danielson Xavier da. O saneamento básico e suas implicações no meio ambiente e na saúde humana. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 3, p. 1-9, ago.-nov., 2020.

SOUZA, Cezarina Maria Nobre; FREITAS, Carlos Machado de. A produção científica sobre saneamento: uma análise na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 65-74, jan./mar. 2010.

SOUZA, Cezarina Maria Nobre; COSTA, André Monteiro; MORAES, Luiz Roberto Santos; FREITAS, Carlos Machado de. **Saneamento**: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2015.

VIDAL, Larissa Moreira; BARBOSA, Ana Sueli; RIBEIRO, Rosângela Maria Costa; SILVA, Lúcia Wilma Santana da; VILELA, Alba Benemérita Alves; PRADO, Franciele Oliveira Patrocínio. Considerações sobre esquistossomose mansônica no município de Jequié. **Revista de Patologia Tropical**, v. 40, n. 4, p. 367-382, out./dez. 2011.

GEASE